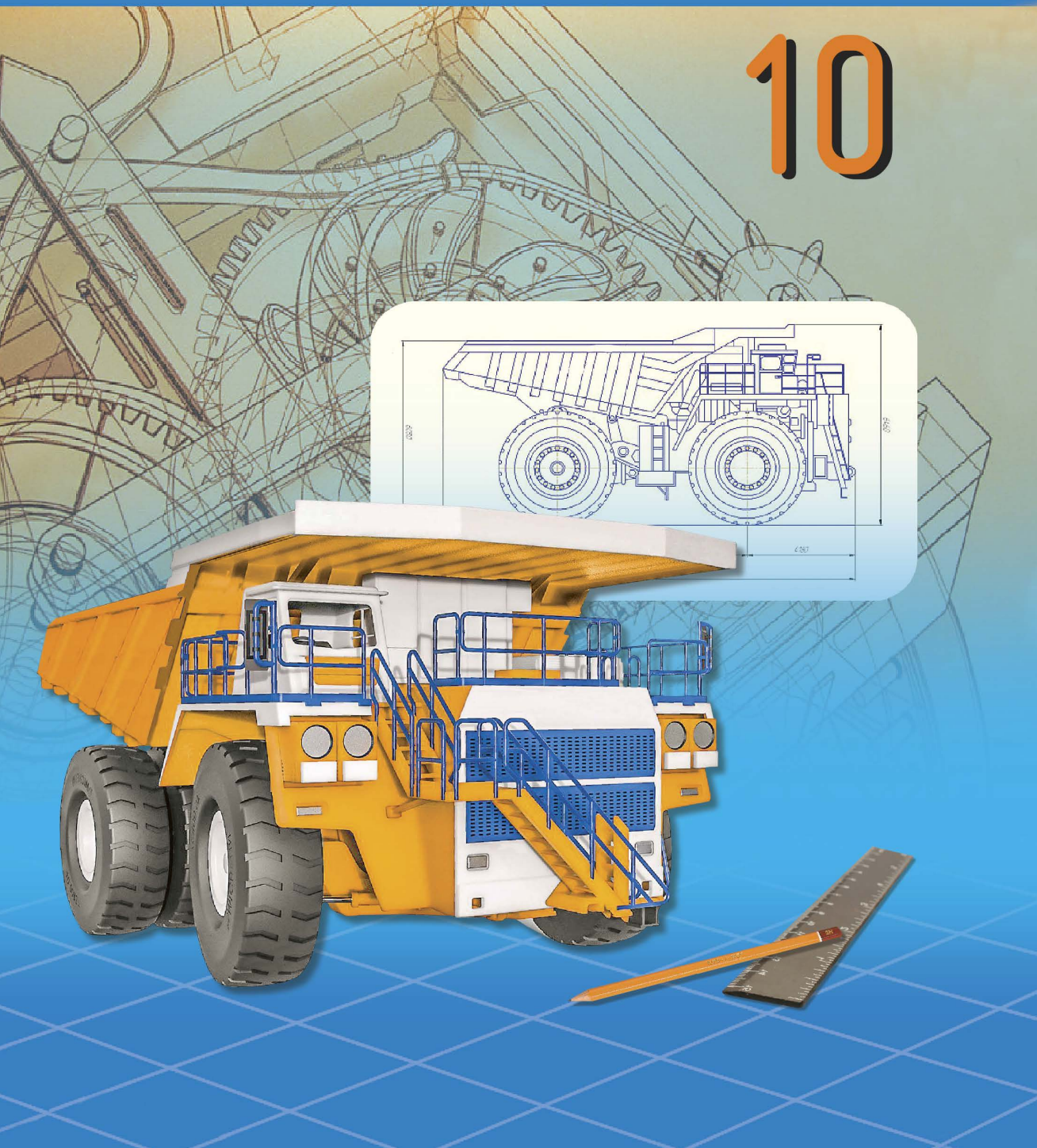
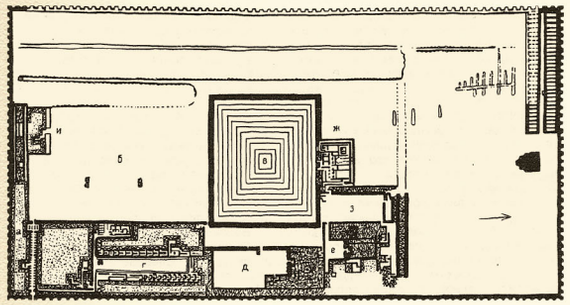
ЧЕРЧЕНИЕ

10



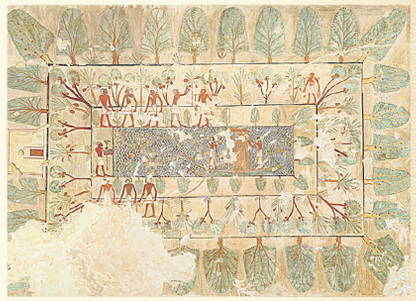
Из истории чертежа

История чертежа началась со времен Древнего мира с изображения сооружений, связанных с религиозными обрядами



Генеральный план комплекса пирамид фараона Джосера (около 3000 лет до н. э.)

План сада (Луксор, XV в. до н. э.)



Первый технический чертеж

Чертеж плана этажа крепости, высеченнный на коленях статуи сидящего Гудея (XXII в. до н. э.)

Первая карта

Вавилонский чертеж (глиняная табличка (VIII—VII вв. до н. э.)

Первые строительные чертежи выполнялись в натуральную величину на земле, на месте будущего сооружения. В дальнейшем такие чертежи стали выполнять на пергаменте, дереве и холсте в уменьшенном виде

Выполнение на земле чертежа сооружения (реконструкция)

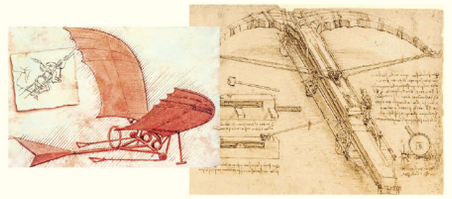
В эпоху Возрождения зарождается архитектурный чертеж, перспектива, появляются масштабы, размеры и описание чертежа, открываются законы перспективы, вводятся условные изображения разрезов и сечений.
Преобладают изображения машин и строительных конструкций

Филиппо Брунеллески (1377—1446) — итальянский архитектор, художник и математик, основоположник перспективы как науки

Купол собора Санта Мария дель Фьоре (1436, Флоренция, Италия), созданный по проекту Ф. Брунеллески

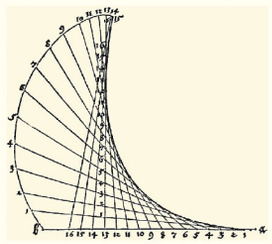
Леонардо да Винчи (1452—1519) — итальянский художник, архитектор и ученый, сформулировал правила построения перспективных изображений

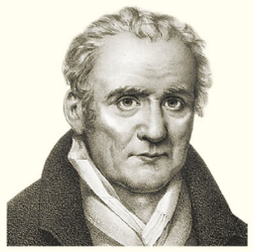
Рисунки Леонардо да Винчи



Альбрехт Дюрер (1471—1528) — немецкий художник и ученый, подробно описал метод построения плоских и пространственных кривых

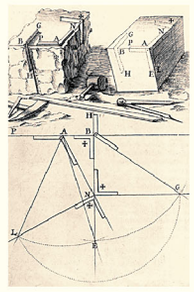
Кривая конхоида

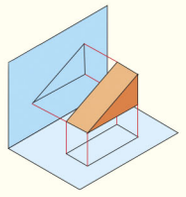




Гаспар Монж (1746—1818) — французский математик, автор идеи ортогонального проецирования и комплексного чертежа, родоначальник начертательной геометрии

По чертежам Г. Монжа





Новый метод построения графических документов — комплексный чертеж — стал широко использоваться для быстрого выполнения чертежей в машинном производстве

ЧЕРЧЕНИЕ

Учебное пособие для 10 класса
учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения
(с электронным приложением для повышенного уровня)

Допущено
Министерством образования
Республики Беларусь

Минск «Народная асвета» 2020

Правообладатель Народная асвета

УДК 744(075.3=161.1)
ББК 30.11я721
Ч-50

Авторы:

Ю. П. Беженарь, Е. Н. Чернова, В. В. Сементовская, И. В. Дубина, Д. В. Цареня

Рецензенты:

кафедра архитектуры учреждения образования «Брестский государственный технический университет» (кандидат педагогических наук, доцент *Е. А. Диченская*); учитель трудового обучения, черчения квалификационной категории «учитель-методист» государственного учреждения образования «Гимназия № 4 г. Барановичи» *С. В. Хворик*

Электронное приложение для повышенного уровня размещено на ресурсе profil.adu.by

ISBN 978-985-03-3468-8

© Оформление. УП «Народная асвета», 2020

Правообладатель Народная асвета

ОТ АВТОРОВ

Дорогие десятиклассники!

Вы приступаете к изучению учебного предмета «Черчение», целью которого является формирование приемов чтения чертежей и выполнения графических изображений, развитие мышления, пространственного воображения и творческого потенциала личности.

Развитое пространственное воображение требуется людям многих профессий: математикам и физикам, дизайнерам и архитекторам, художникам и конструкторам, инженерам и строителям, модельерам и химикам, экономистам и юристам. Многие науки изучаются и объясняются при помощи чертежей, потому что чертеж обеспечивает наглядность видов любых изделий (предметов).

Учебное пособие познакомит вас с различными видами графических изображений, построением предметов на плоскости чертежными инструментами в соответствии с принятыми государственными стандартами (ГОСТ), возможностями выполнения чертежей с применением современных компьютерных программ. Это поможет вам овладеть умением выполнять и читать графические изображения, повысит уровень графической культуры.

Материал учебного пособия разделен на три раздела: «Геометрическое черчение», «Проекционное черчение», «Машиностроительное черчение» — и содержит теоретическую и практическую части. Практическая часть выполняется после изучения теоретического материала и включает практические работы (выполняются в рабочих тетрадях), а также графические (используется чертежный формат А4).

Для удобства пользования учебным пособием все графические работы вынесены в Приложения. Также предлагаются Памятки в помощь при выполнении практической части, раскрывающие алгоритмы построения изображений, этапы выполнения аксонометрических проекций и т. п.

Каждый параграф начинается вопросами, позволяющими актуализировать необходимые знания. Материал учебного пособия представлен текстом (который сгруппирован в тематические блоки и выделен знаком ||), схемами, таблицами. Иллюстративный материал дополняет текст и позволяет сформировать наиболее полное представление об изучаемом материале.

Правообладатель Народная асвета

С целью развития интеллекта, пространственного воображения на страницах учебного пособия вам предлагаются вопросы и упражнения. Для тех, кто желает испытать свои силы, предусмотрены задания повышенной сложности. Практические и графические работы предусматривают задания с повышением сложности (от простых — варианты 1 и 2 к сложным — 3 и 4). Прежде чем приступить к выполнению графических работ, необходимо внимательно проработать теоретический материал, выполнить практические задания.

Выполнение заданий учебного пособия поможет вам приобрести навыки построения изображений, развить пространственные представления, познакомиться с соответствующими нормативными документами единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Каждый параграф учебного пособия посвящен одной теме и содержит материал базового уровня. Для тех, кто изучает черчение на повышенном уровне, создано электронное приложение, размещенное на национальном образовательном портале (http://www.profil.adu.by). О возможности перехода к нему свидетельствует специальный знак — . Те из вас, кто изучает черчение на базовом уровне, при желании могут работать и с материалами повышенного уровня.

Для лучшего понимания способов построений элементов чертежа в тексте учебного пособия представлены алгоритмы — последовательности действий, а также видеоматериалы, размещенные под QR-кодом.

Условные обозначения учебного пособия позволяют легко ориентироваться в учебном и дополнительном материале.

— Вспоминаем ранее изученное.

— Ответьте на вопросы, выполните задания.

— Запомните.

— Любопытный факт!

— Вопросы и задания для закрепления изученного материала.

— Вопросы и задания повышенной сложности.

— Практическая работа.

— Графическая работа.

— Видеоматериалы.

Правообладатель Народная асвета

§ 1. Виды графических изображений

С помощью каких средств люди передают друг другу различную информацию? Как вы считаете, что такое графическое изображение?

Вы узнаете: о графическом языке; видах графических изображений и их роли в передаче информации о предметном мире; о графических изображениях, предназначенных для передачи технической и технологической информации об изделиях.

Вы научитесь: распознавать виды графических изображений.

Изображения сопутствовали человеку на всех этапах его исторического развития. Еще в глубокой древности люди научились изображать различных животных, предметы быта, труда, охоты. Яркий пример таких изображений — наскальные рисунки сцен охоты (рис. 1).

Рис. 1. Охота на бизона. Рисунок эпохи верхнего палеолита в пещере Альтамира (Испания)

Используя рисунок 1, расскажите, на каком материале и какими инструментами выполнено это изображение. Приведите примеры видов настенной росписи. Какую информацию передавали эти изображения?

Потребность людей в передаче друг другу информации привела к появлению графического языка. С его помощью стало возможным передавать и сохранять информацию изобразительными и знаковыми средствами — рисунками, символами, пиктограммами, цифрами, буквами и др.

Рисунки и пиктограммы как средства общения между людьми появились задолго до создания письменности. Пиктограмма — один из первых видов письма в виде знаков, схематически отображающих важнейшие узнаваемые черты объекта, предмета или явления. Именно в рисунках и пиктограммах берет начало, зарождается и формируется графический язык.

Графический язык сейчас является языком делового международного общения, т. к. его изобразительную и знаковую систему составляют графические изображения. В современной жизни человек сталкивается с разнообразными графическими изображениями: рисунками, чертежами, схемами, планами, картами, графиками, логотипами, инфографикой и др. (рис. 2, с. 6). Они используются в различных сферах его жизнедеятельности.

Правообладатель Народная асвета

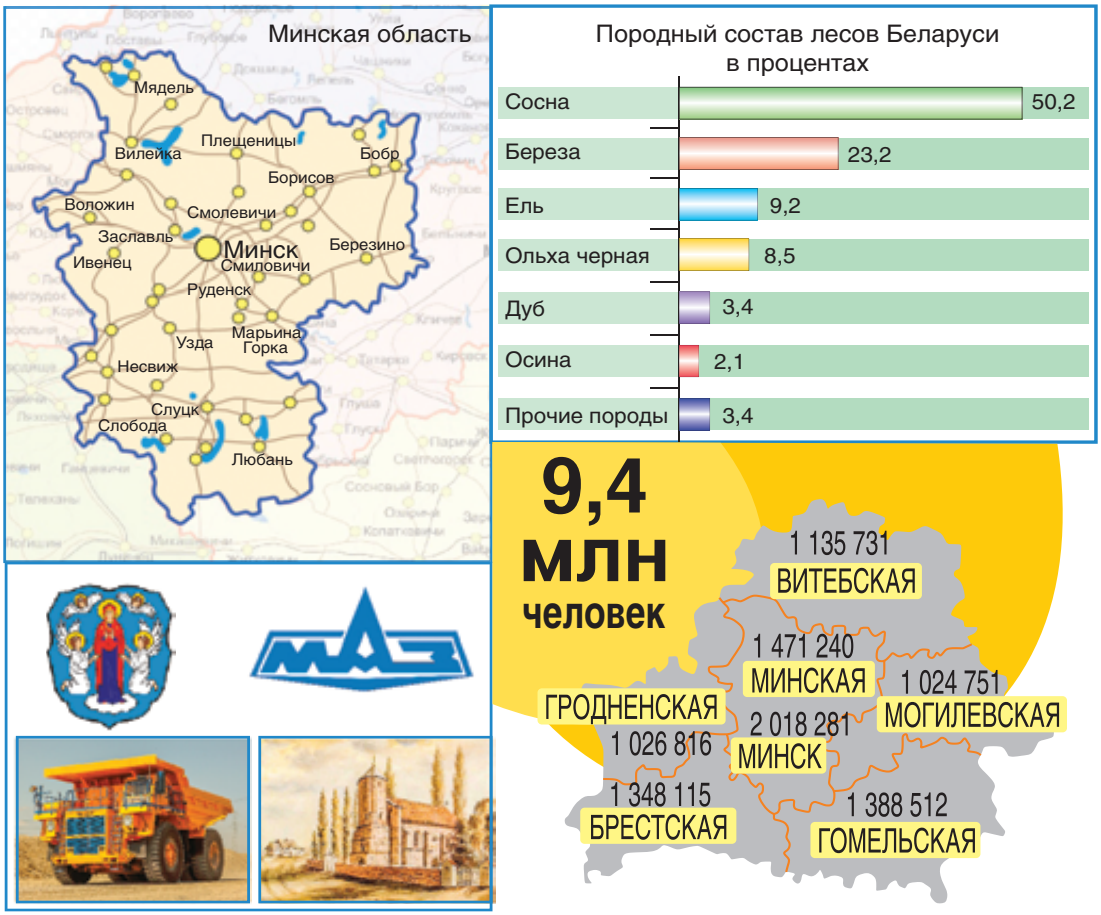


Рис. 2. Виды графических изображений

Назовите представленные на рисунке 2 виды графических изображений и приведите еще примеры графических изображений, с которыми вы познакомились, изучая другие учебные предметы.

С помощью рисунков или фотографий можно изобразить все окружающие нас предметы, машины, здания и сооружения такими, какими мы их обычно видим. В черчении графические изображения предназначены для передачи геометрической, технической и технологической информации о каком-либо предмете или изделии. К таким видам изображений относятся технические рисунки, эскизы, чертежи, сборочные чертежи, развертки, архитектурно-строительные и топографические чертежи, схемы и др.

Рассмотрим основные виды изображений. Пространственные формы предметов на бумаге можно изобразить в виде технического рисунка, эскиза или чертежа. Техническим рисунком пользуются в тех случаях, когда

Правообладатель Народная асвета

необходимо быстро пояснить форму рассматриваемого предмета, показать его наглядно.

Технический рисунок — это наглядное изображение объекта, выполненное от руки, на глаз, с соблюдением его конструктивной формы и пропорций (рис. 3).

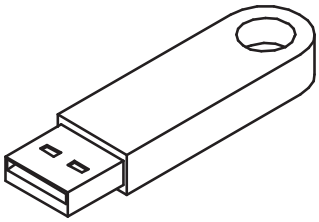


Рис. 3. Технический рисунок

Эскизы предназначены для временного или разового использования. По эскизам могут изготавливаться изделия в опытном производстве, при ремонте.

Эскиз — чертеж, выполненный, как правило, от руки (без применения чертежных инструментов), с сохранением пропорций элементов детали, а также в соответствии со всеми правилами и условностями, установленными стандартами (рис. 4).

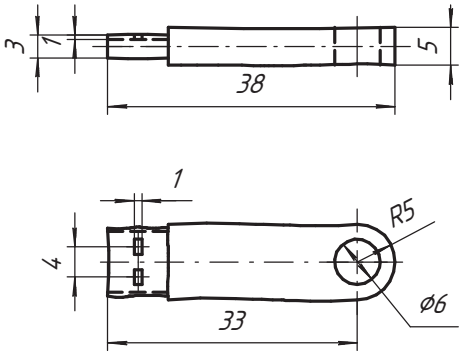


Рис. 4. Эскиз детали (пример)

По эскизам и техническим рисункам можно судить о геометрической форме детали. Такое изображение наглядно, однако оно не может дать полного представления о внутренней форме и истинных размерах предмета. Поэтому при производстве изделий применяют другой, более точный способ изображения — чертеж. Чертежи являются основными графическими документами для изготовления различных изделий на производстве.

Чертеж — один из видов конструкторских документов, содержащий изображение изделия, определяющий его конструкцию, взаимодействие составных частей и другие данные, необходимые для изготовления, контроля, монтажа, эксплуатации и ремонта изделия (рис. 5).

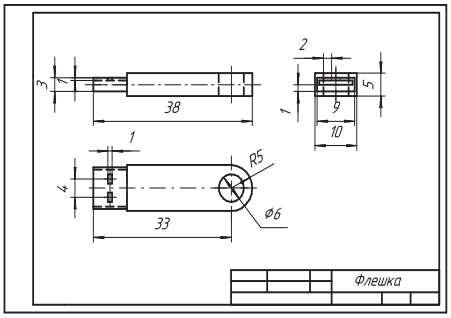


Рис. 5. Чертеж детали (пример)

Правообладатель Народная асвета

Для сборки готовых изделий, состоящих из нескольких деталей, пользуются сборочным чертежом.

Сборочный чертеж — конструкторский документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля (рис. 6).

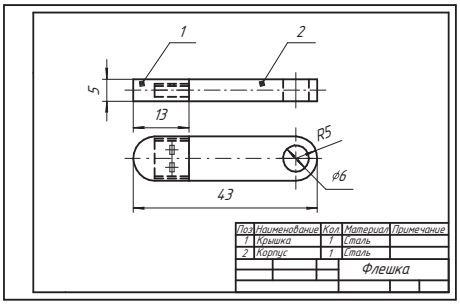


Рис. 6. Сборочный чертеж (пример)

Также для изготовления изделий используют чертежи разверток — изображение поверхности предмета, по особым правилам совмещенное с плоскостью, развернутое на плоскость (рис. 7).

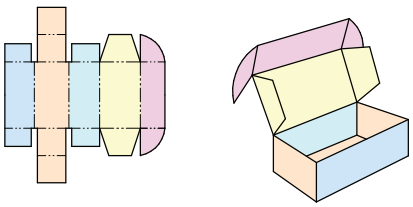


Рис. 7. Изображение развертки коробки

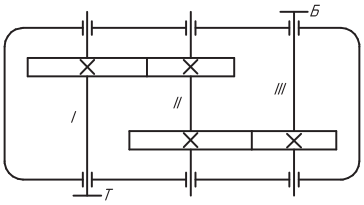


Рис. 8. Схема (пример)

Кроме чертежей, на производстве используют схемы для определения принципа действия различных устройств.

Схема — конструкторский документ, где показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними (рис. 8).

При строительстве зданий и сооружений пользуются ***архитектурно-строительными чертежами*** (рис. 9), в сельском хозяйстве, промышленности, военном деле используют ***топографические карты***, на которых изображен рельеф местности, нанесены населенные пункты, дорожная сеть, различные объекты (рис. 10).

Чтобы графические, конструкторские документы (чертежи, карты, схемы и др.) были понятны всем специали-

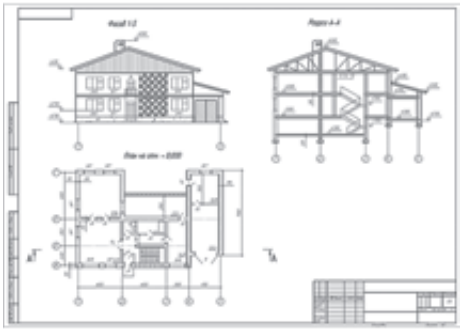


Рис. 9. Архитектурно-строительный чертеж (пример)

Правообладатель Народная асвета

стам, их необходимо выполнять по определенным правилам. Правила выполнения и оформления графических документов отражаются в государственных стандартах (ГОСТах), которые объединены в Единую систему конструкторской документации (ЕСКД) и используются во всех сферах производства, научных, учебных организациях. Стандарты периодически проверяются, пересматриваются и обновляются.

Рис. 10. Топографическая карта (пример)

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) — комплекс стандартов, устанавливающих правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации (при проектировании, изготовлении, контроле, приемке, эксплуатации, ремонте, утилизации изделия).

В 1946 г. создана Международная организация по стандартизации ИСО (ISO), целью которой является расширение технического, научного и экономического сотрудничества. При выборе ее названия было решено использовать греческое слово ἴσος (исос) — равный. Поэтому на всех языках мира Международная организация по стандартизации имеет краткое название ИСО. Для облегчения обмена технической документацией каждая страна приводит свои стандарты в соответствие со стандартами Международной организации.

Логотип ИСО (ISO)

1. Для каких целей предназначен чертеж? Можно ли обойтись без чертежа, ограничившись другим графическим изображением, например рисунком?
2. Используя информацию, размещенную на форзацах I и II, проследите историю развития чертежа и докажите, что чертеж является «международным языком техники».
3. Используя дополнительные источники информации, подготовьте сообщение об областях черчения, в которых разрабатываются чертежи деталей машин и механизмов, архитектурно-строительные чертежи, топографические карты.

Практическая работа № 1. Графические изображения в жизни человека

Используя изобразительные средства (цветные карандаши, фломастеры, краски, цветную бумагу, вырезки из журналов и др.), выполните коллаж на тему «Графические изображения в жизни человека».

Правообладатель Народная асвета

§ 2. Чертежные материалы, инструменты и принадлежности

Вспомните, на чем выполняли графические изображения наши предки.

Вы узнаете: какими чертежными инструментами, материалами и принадлежностями пользуются при выполнении чертежей, как подготовить инструменты и принадлежности к работе.

Вы научитесь: подготавливать чертежные материалы и настраивать чертежные инструменты и принадлежности, пользоваться ими.

Графические изображения могут выполняться вручную чертежными инструментами или на компьютере. Качество выполненных графических изображений в значительной степени зависит от наличия и качества инструментов, принадлежностей и материалов.

Чертежные материалы. Основным материалом, на котором выполняются графические изображения, является бумага.

Бумага. Существуют различные типы бумаги, используемые для выполнения технического графического изображения. Основным типом является белая плотная чертежная бумага.

При выполнении чертежа на чертежной бумаге следует помнить, что все изображения выполняются на гладкой стороне бумаги. Свободное поле чертежа можно закрыть чистым листом бумаги, чтобы графитная пыль от карандаша не пачкала поверхность.

Для выполнения чертежей не пригодна бумага для рисования, т. к. на ее поверхности остаются шероховатости и загрязнения от использования ластика, что не дает возможности повторного проведения линий нужного качества.

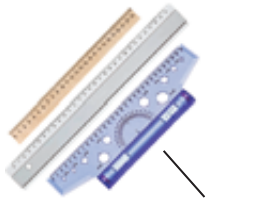
Бумага для выполнения технических графических изображений
Белая плотная чертежная
Наиболее широко используемая, подходит для работы карандашом и для воспроизведения на плоттере или принтере
Калька
Прозрачная бумага, применяемая при светокопировании и ручном копировании чертежей
Миллиметровая
Используется для выполнения диаграмм и мелкомасштабных чертежей
Писчая в клетку
Используется для эскизов от руки

Правообладатель Народная асвета

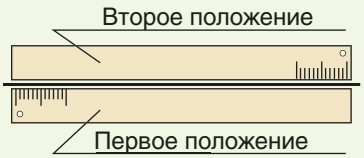
На ваш взгляд, почему для выполнения чертежей используется плотная белая бумага?

Чертежные инструменты. К ним относятся линейки, рейсшины, угольники, циркули, трафареты, лекала, транспортиры.

Линейки. Для черчения используются пластиковые или деревянные линейки длиной не менее 30 см. Для проведения параллельных линий удобно пользоваться линейкой с роликом (инерционной рейсшиной).

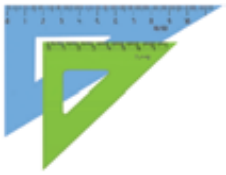

Инерционная рейсшина

Рабочая поверхность линейки, на которую нанесена шкала, должна быть гладкой и прямолинейной. Для проверки качества линейки проведите прямую линию. Перевернув линейку, совместите ее рабочую поверхность с проведенной линией и проведите вторую линию. Линии, проведенные качественной линейкой, совпадут.



Используя дополнительные источники, найдите информацию о приемах работы с инерционной рейсшиной.

Угольники чертежные. Для черчения применяются два вида угольников: с углами 30°, 60°, 90° и 45°, 45°, 90°; деревянные или пластиковые.



Используя правила проверки качества линейки, расскажите, как проверить качество прямого угла угольника.

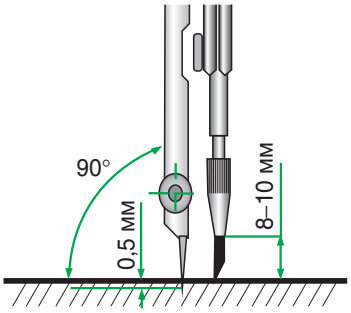
Готовальня

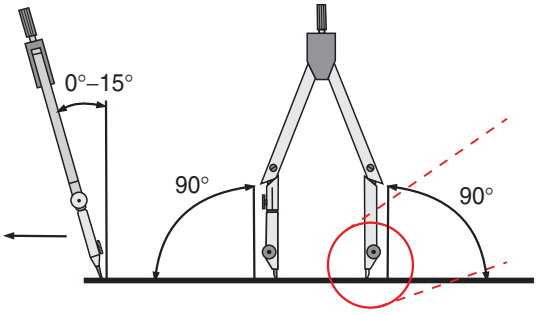
Циркули. Различают циркули круговые (предназначены для вычерчивания окружностей и дуг) и разметочные (циркули-измерители — предназначены для переноса размеров с линейки на чертеж). Для вычерчивания окружностей и дуг малого диаметра применяется кронциркуль (его еще называют балеринка). Для хранения циркулей используется специальный футляр — готовальня.

Правообладатель Народная асвета

Правила использования циркуля

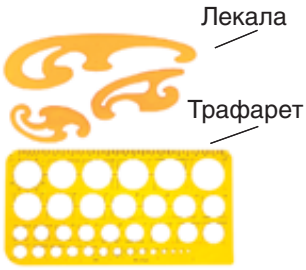
- игла и графитовый стержень циркуля должны находиться на одном уровне; графитовый стержень должен быть длиной не менее 8—10 мм.
- графитовый стержень должен быть заточен под углом и вставлен заточенной стороной наружу;
- при проведении окружностей и дуг игла и графитовый стержень должны быть перпендикулярны плоскости чертежа;
- при работе циркуль держат двумя пальцами за рифленую головку, слегка наклонив циркуль вперед примерно на 15°.





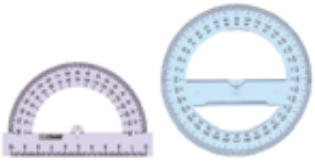
Используя дополнительные источники, найдите информацию, как с помощью кругового циркуля вычертить окружности большого радиуса.

Трафареты и лекала. Трафареты — пластмассовые пластинки с прорезями в виде геометрических фигур, облегчающие и ускоряющие выполнение графических изображений. Лекало представляет собой тонкую пластину из пластмассы с криволинейными кромками и предназначено для выполнения лекальных (не циркульных) кривых.



Где используются трафареты и лекала?

Транспортир. Представляет собой инструмент в виде дуги, разделенной на градусы от 0 до 180° (в некоторых моделях — от 0 до 360°) для измерения углов и нанесения их на чертеже.



Транспортир на 180° Транспортир на 360°

Круговые транспортиры на 360° удобны в работе и значительно расширяют возможность их использования.

Правообладатель Народная асвета

Чертежные принадлежности. К основным чертежным принадлежностям относятся карандаши чертежные и ластики.

Карандаши чертежные. Для черчения используются деревянные и цанговые (автоматические — диаметр грифеля 2 мм или микроавтоматические — диаметр грифеля 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 мм) карандаши с грифелем различной твердости, указанной на карандаше буквами и цифрами.

Шкала твердости:

- М — мягкий;
- Т — твердый;
- ТМ — твердо-мягкий.

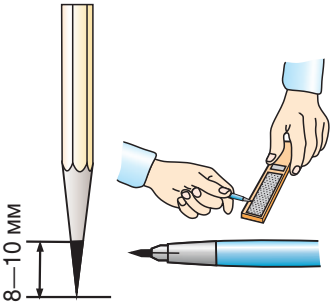
Европейская шкала твердости:

- В — мягкий, от blackness (чернота);
- Н — твердый, от hardness (твердость);
- F — средний тон между НВ и Н (от англ. fine point — тонкость);
- НВ — твердо-мягкий (Hardness Blackness — твердость-чернота).

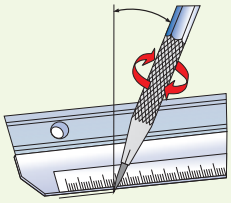
Степень мягкости (твердости) обозначается цифрами. Чем выше цифра, тем грифель мягче или тверже.

Выполнение чертежа начинают карандашом с твердостью Т, 2Т, а обводку выполняют более мягким карандашом с твердостью М.

Карандаш для работы должен быть хорошо заточен. Затачивать карандаш нужно на конус. Графитовый стержень должен выступать из деревянной оправы на 8—10 мм. Заострить грифель можно на наклеенной на картон шлифовальной шкурке на бумажной основе.



Во время работы карандаш держите под небольшим наклоном к чертежному инструменту. Чтобы грифель карандаша во время работы оставался острым, периодически поворачивайте его вокруг своей оси.



Ластики. Лишние линии на чертеже удаляют мягкими ластиками для карандашей. Ластики необходимо выбирать мягкие, белого или светло-серого цвета, а не цветные, т. к. чаще всего цветные ластики не стирают, а размазывают карандаш, оставляя грязные следы на бумаге. Периодически следует чистить ластик о твердую поверхность, тогда он не будет оставлять следов. Помните, ластиком, предназначенным для удаления чернил шариковой ручки, пользоваться нельзя, т. к. он делает бумагу ворсистой.

Правообладатель Народная асвета

Как вы считаете, можно ли использовать для обводки чертежа карандаш 6М(6В)?

Чертежи можно выполнять не только карандашом, но и тушью. Тушь бывает жидкая и сухая (в виде палочек или плиток). Черная тушь высокого качества имеет густой черный цвет, легко сходит с пера или с рейсфедера.

Рейсфедер — это чертежный инструмент для проведения линий и знаков на бумаге тушью или краской. Состоит из двух створок, соединенных в одной точке ручкой. Промежуток между ними заполняется тушью или краской. Ширина линии рейсфедера регулируется поворотом гайки.

Используя дополнительные источники информации, найдите сведения о назначении и применении рейсфедера.

Организация рабочего места. Выполнение чертежей — трудоемкий процесс, поэтому постоянно разрабатываются инструменты и приспособления, ускоряющие и облегчающие эту работу. Современные рабочие места конструкторов оснащаются модернизированными столами, компьютерами с установленными специальными программами (графическими редакторами, расчетными и моделирующими программами), принтерами и плоттерами (рис. 11), что значительно ускоряет выполнение проектно-конструкторских работ. В настоящее время программы, используемые конструкторами при разработке изделий, объединяются в системы автоматизированного проектирования (САПР) или CAD-системы.

Для выполнения чертежей высокого качества рабочее место должно быть правильно организовано. Его необходимо правильно освещать. Свет должен падать на чертеж сверху и слева (для левшей справа). При таком положении глаза не будут уставать, а на чертеж не будет падать тень. Во время работы следует сидеть прямо, подняв голову и выпрямив спину, немного наклонившись вперед. Расстояние от глаз до чертежа должно быть не менее 300—350 мм.

Рис. 11. Современные рабочие места для выполнения чертежей

Правообладатель Народная асвета

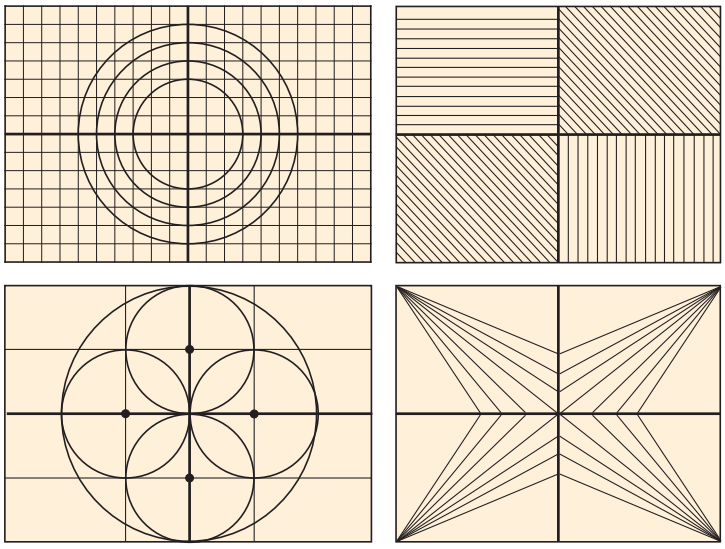
Название карандаш пришло с Востока и в переводе означает «черный камень» или «черный сланец». Считается, что история создания карандаша началась с XIV в., когда появился итальянский карандаш, который представлял собой глинистый черносланцевый стержень, завернутый в кожу. Позднее сланец был заменен порошком из жженой кости, замешанным с растительным клеем. А вот прародителями карандаша считаются свинцово-цинковые и серебряные палочки, состоящие из куска проволоки, которую иногда припаивали к ручке. Они назывались серебряными карандашами. Писать ими было тяжело, т. к. невозможно было стереть и исправить надписи. Такими карандашами пользовались А. Дюрер и С. Ботичелли.

1. Перечислите инструменты и принадлежности, необходимые для выполнения чертежей.
2. Объясните, как подготовить карандаш к работе.
3. Используя различные источники информации, найдите сведения о том, какие еще чертежные инструменты и принадлежности, кроме перечисленных в тексте параграфа, используются при выполнении чертежей и других графических изображений.

Вычертите окружности одинакового диаметра циркулем и с помощью трафарета. Определите, в каком случае работа будет выполнена быстрее. В каком варианте будет обеспечена большая точность размера?

Практическая работа № 2. Проведение линий

Потренируйтесь в проведении параллельных линий (горизонтальных, вертикальных, наклонных), в выполнении окружностей при помощи циркуля. Выполните задания в рабочей тетради.



Правообладатель Народная асвета

§ 3. Правила оформления чертежей: форматы листов чертежей, масштабы

Как вы считаете, какого размера бумага подходит для выполнения чертежей? Существуют ли стандарты для определения ее размера?

Вы узнаете: какие форматы листов бумаги используют для выполнения чертежей, какие масштабы применяют для графических изображений.

Вы научитесь: выполнять внутреннюю рамку и основную надпись чертежа, использовать масштаб при выполнении чертежей.

Как вам уже известно, при выполнении и оформлении чертежей руководствуются едиными правилами, обязательными для всех предприятий, организаций, учебных заведений. Поэтому чертежи изделий нельзя по-разному читать или выполнять. Чертежи должны понимать все специалисты, которые участвуют в изготовлении и ремонте изделий. Правила выполнения и оформления чертежей объединены в единую систему конструкторской документации (ЕСКД). В процессе изучения черчения вы будете знакомиться с различными стандартами (например, на масштабы, линии чертежа, форматы, шрифты и др.). Каждому стандарту присваивается свой номер и год регистрации (например, *ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам*).

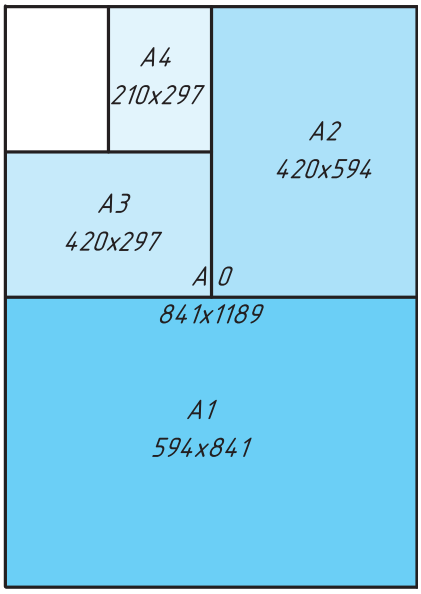


Рис. 12. Форматы листов чертежей

Познакомимся с основными стандартами ЕСКД, устанавливающими правила оформления чертежей.

Форматы листов чертежей. Для удобства хранения чертежей их выполняют на листах бумаги определенного размера, называемого ***форматом***. Формат листа определяется размерами его сторон. Стандартом *ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы* установлен ряд основных и дополнительных форматов (рис. 12). Форматы листов определяются размерами внешней рамки и обозначаются заглавной буквой А и цифрой. На уроках черчения вы будете использовать формат А4, размеры сторон которого 210 х 297 мм или А3 с размерами 420 х 297 мм.

Основная надпись чертежа (штамп). Каждый чертеж оформляется рамкой и основной надписью. Рамка ограничивает поле чертежа. Ее проводят сплошной толстой линией на расстоянии 20 мм от левой границы формата и на расстоянии 5 мм от верхней, нижней и правой границ (рис. 13).

Правообладатель Народная асвета

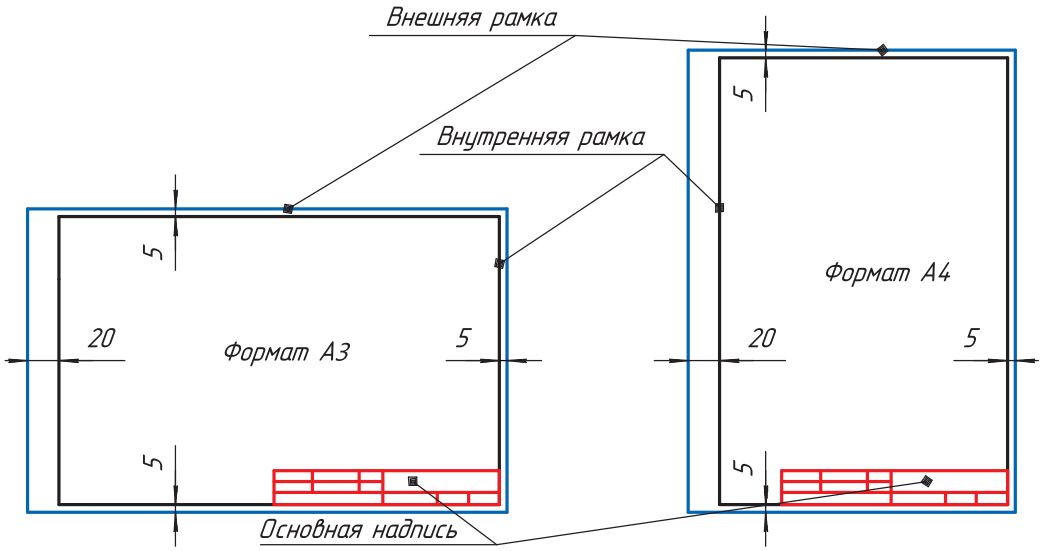


Рис. 13. Оформление рамки чертежа

Согласно стандарту *ГОСТ 2.301-68* формат А4 чаще всего располагают вертикально. Листы других форматов могут располагаться как вертикально, так и горизонтально. Однако в учебных целях мы будем располагать формат А4 как вертикально, так и горизонтально.

В правом нижнем углу формата над рамкой размещают основную надпись. Форму, размеры и содержание основной надписи устанавливает стандарт *ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи*. Для производственных чертежей основная надпись выглядит следующим образом (рис. 14).

Используя другие источники информации, определите, какими надписями заполняются графы 1—5 основной надписи производственного чертежа на рисунке 14.

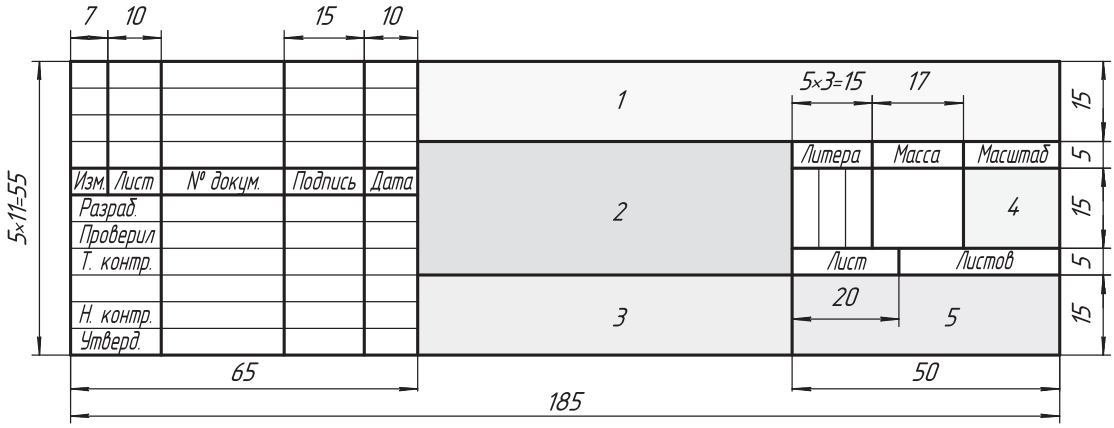


Рис. 14. Основная надпись производственного чертежа (штамп)

Правообладатель Народная асвета

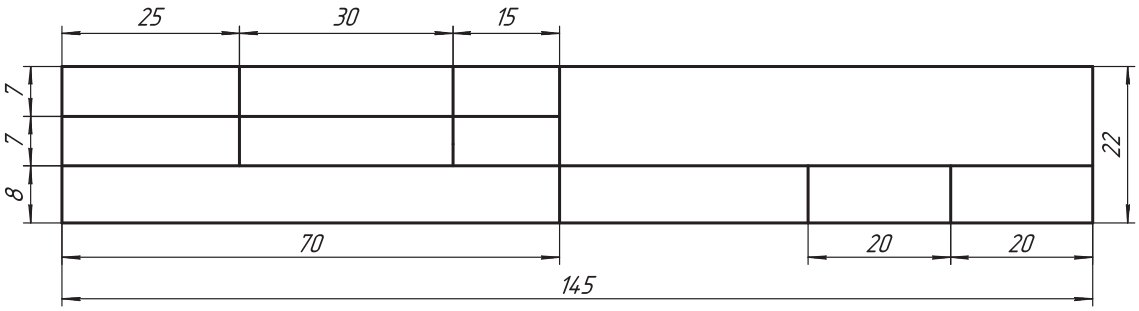


Рис. 15. Размеры основной надписи учебного чертежа

Для учебных чертежей размеры основной надписи стандартами не регламентируются. Основная надпись учебного чертежа, которую выполняют на уроках черчения, имеет размеры, указанные на рисунке 15. Рамка основной надписи также выполняется сплошной толстой линией.

В основной надписи чертежным шрифтом (его мы рассмотрим позже) указывается: наименование изделия, фамилия учащегося и учителя, дата приемки чертежа, масштаб изображения, обозначение материала детали, школа и класс, номер задания (рис. 16).

Буквы и цифры в основной надписи, как и на всем чертеже, выполняют чертежным шрифтом.

Чертил	Сорокин Т.	10.01.20	Пластина		
Проверил	Сидоров М. С.				
Школа, кл.			Сталь	1:1	№3

Рис. 16. Пример заполнения основной надписи учебного чертежа

Масштабы. Часто необходимо выполнить чертежи больших или мелких деталей. Большие по размерам детали невозможно изобразить на листе бумаге, не уменьшив их размеры в несколько раз. Также чертежи мелких деталей трудно выполнить без увеличения их размеров. Таким образом, изображение детали на чертежах может быть больше или меньше, чем сама деталь. Про такое изображение говорят, что оно выполнено в масштабе.

Когда 10 миллиметров на бумаге равно 10 миллиметрам величины объекта, то чертеж имеет ***масштаб натуральной величины (1:1)***.

Масштаб — это отношение линейных размеров изображаемого на чертеже предмета к его действительным размерам.

Правообладатель Народная асвета

При изображении крупных деталей пользуются масштабом уменьшения, мелких — масштабом увеличения (рис. 17).

Стандартом *ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы* установлены следующие виды масштабов для чертежей:

- Масштаб натуральной величины:

  1:1.

- Масштаб уменьшения:

  1:2; 1:2,5; 1:4;
  1:5; 1:10; 1:15;
  1:20; 1:25; 1:40;
  1:50; 1:75; 1:100;
  1:200; 1:400; 1:500;
  1:800; 1:1000 и др.

- Масштаб увеличения:

  2:1; 2,5:1; 4:1;
  5:1; 10:1; 20:1;
  40:1; 50:1; 100:1 и др.

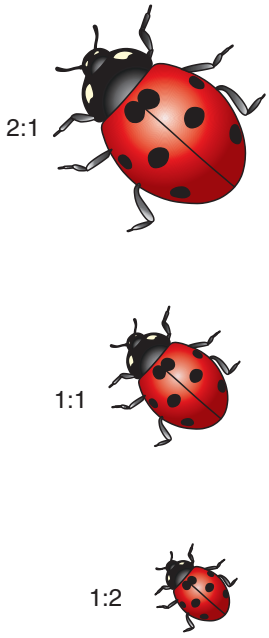


Рис. 17. Масштабы изображения

Как вы считаете, где могут применяться масштабы 1:2000; 1:5000? Приведите примеры использования масштаба 1:10 000.

Помните! При использовании масштаба уменьшения или увеличения изменяется только величина изображения объекта, а числовые значения размеров всегда указываются натуральные (действительные). Величины угла остаются без изменения при любом масштабе.

Обозначение масштаба. Масштаб записывается в основной надписи в специальной графе (см. рис. 16). Если одно из изображений на чертеже выполнено не в том масштабе, который указан в основной надписи, над этим изображением записывают масштаб: указывают непосредственно после надписи, относящейся к изображению, например: А–А (1:1); Б (5:1); А (2:1).

1. Объясните, для чего на чертеже выполняют основную надпись.
2. Какие сведения указываются в основной надписи учебного чертежа?
3. Как вы считаете, с какой целью с левой стороны формата рамка вычерчивается на расстоянии 20 мм от края? Свои предположения проверьте с помощью информации из других источников.
4. Для чего необходимы масштабы?
5. Влияет ли масштаб на числовые значения размеров, указанные на чертеже? Свой ответ обоснуйте.

Правообладатель Народная асвета

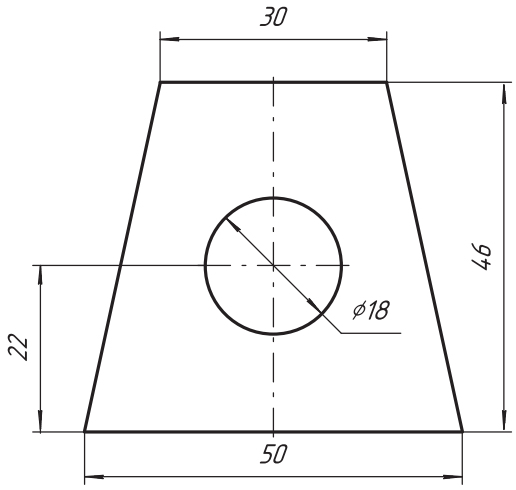


Рис. 18. Чертеж детали

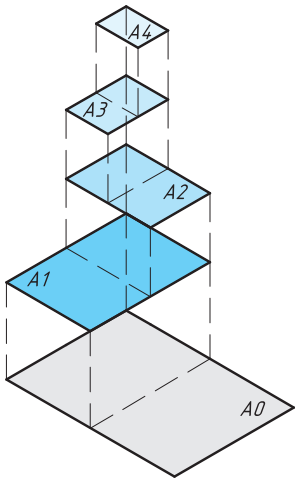


Рис. 19. Форматы

6. Укажите масштаб изображенного на рисунке 18 чертежа детали. Расскажите, как вы его определили.

7. Используя рисунок 19, объясните, как определяются размеры форматов.

§ 4. Линии чертежа

Используя рисунок 18, объясните, почему графическое изображение детали на чертеже имеет линии различного типа.

Вы узнаете: какими линиями выполняют графические изображения, почему необходимо использовать разные типы линий.

Вы научитесь: выполнять разные типы линий в соответствии с ГОСТ.

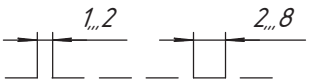
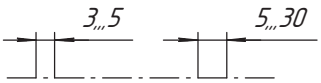
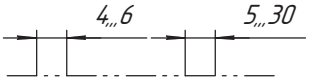
Основными элементами любого чертежа являются линии. Чтобы чертеж был более выразителен и понятен для чтения, его выполняют разными линиями, начертание и основные назначения которых установлены стандартом *ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии*. Толщина линий обозначается буквой s. Толщина других линий выбирается в зависимости от s. Каждому типу линии соответствует свое назначение на чертеже (табл. 1).

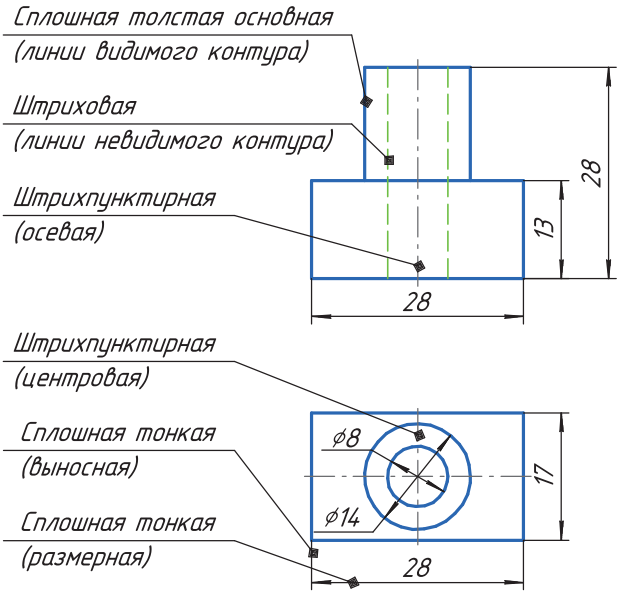
Таблица 1. **Линии чертежа**

Наименование линий	Толщина (s)	Марка карандаша	Назначение
Сплошная толстая основная	От 0,5 до 1,4 мм	М (В), ТМ (НВ)	Линии видимого контура, рамка и основная надпись чертежа

Правообладатель Народная асвета

Продолжение

Наименование линий	Толщина (s)	Марка карандаша	Назначение
Сплошная тонкая	От s/3 до s/2	Т (Н), 2Т (2Н)	Линии выносные, размерные, штриховки
Штриховая 	s/2, длина штриха от 2 до 8 мм, расстояние между штрихами 1—2 мм	М (В), ТМ (НВ)	Линии невидимого контура
Штрихпунктирная 	От s/3 до s/2, длина штрихов от 5 до 30 мм, расстояние между ними от 3 до 5 мм	Т (Н), 2Т (2Н)	Осевые и центровые линии
Штрихпунктирная с двумя точками 	От s/3 до s/2, длина штриха от 5 до 30 мм. Расстояние между штрихами от 4 до 6 мм	Т (Н), 2Т (2Н)	Линии сгиба на развертках
Сплошная волнистая	От s/2 до s/3	Т (Н), 2Т (2Н)	Линия обрыва ограничения вида и разреза
Разомкнутая	От s до 1,5 s, длина штриха 8—20 мм	М (В), ТМ (НВ)	Линия сечений



На уроках черчения чаще всего вы будете применять четыре основные типы линий: сплошная толстая основная, сплошная тонкая, штриховая и штрихпунктирная (рис. 20).

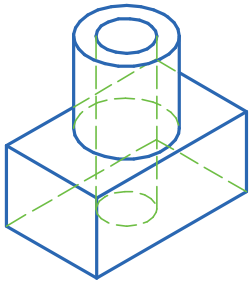


Рис. 20. Пример использования линий чертежа разных типов

Правообладатель Народная асвета

Правила начертания линий

- Каждый чертеж рекомендуется предварительно выполнять сплошными тонкими линиями.
- Вычерчивание чертежа начинают с проведения осевых и центровых линий, от которых ведутся последующие построения.
- Толщина линий одного типа на чертеже должна быть одинаковой.
- При начертании штриховой и штрихпунктирной линий штрихи и промежутки между штрихами должны быть одинаковой длины.
- Штриховая и штрихпунктирная линии пересекаются и заканчиваются только штрихами.
- Штрихпунктирная линия выводится за контур изображения на 2 мм.

Помните! Центр окружности изображается не точкой, а пересечением штрихов. Штрихи выступают за контур окружности на 2 мм. Если диаметр окружности меньше 12 мм, центровые штрихи изображают сплошной тонкой линией (рис. 21).

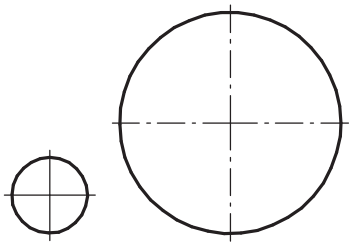
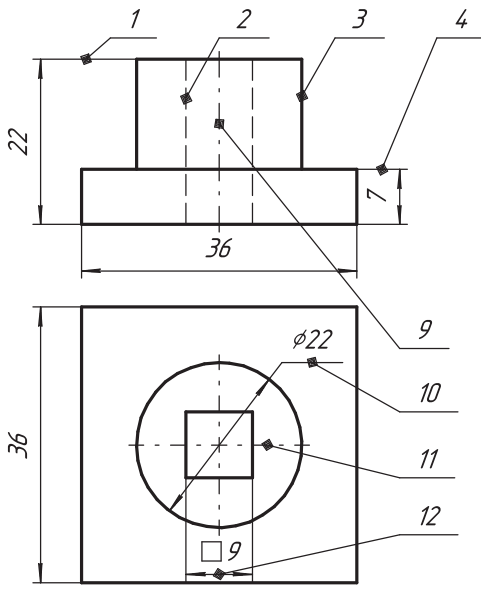
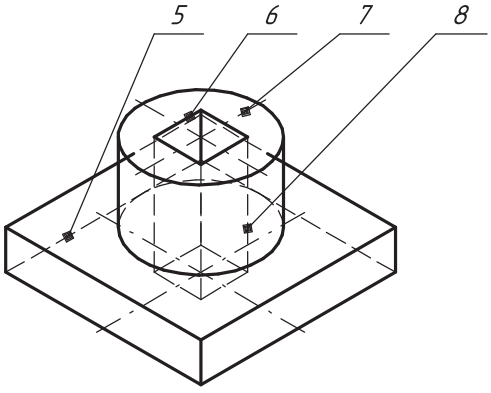


Рис. 21. Правила выполнения центровых линий

1. Перечислите типы линий, которые используются при выполнении чертежей.
2. Раскройте назначение линий чертежа.
3. Какие типы линий имеют толщину s/2 и s/3?
4. Какая линия применяется для обозначения осей симметрии?
5. Как вы считаете, почему сплошная толстая линия называется основной?
6. На чертеже и наглядном изображении цифрами обозначены линии чертежа. Определите тип линий, их назначение.

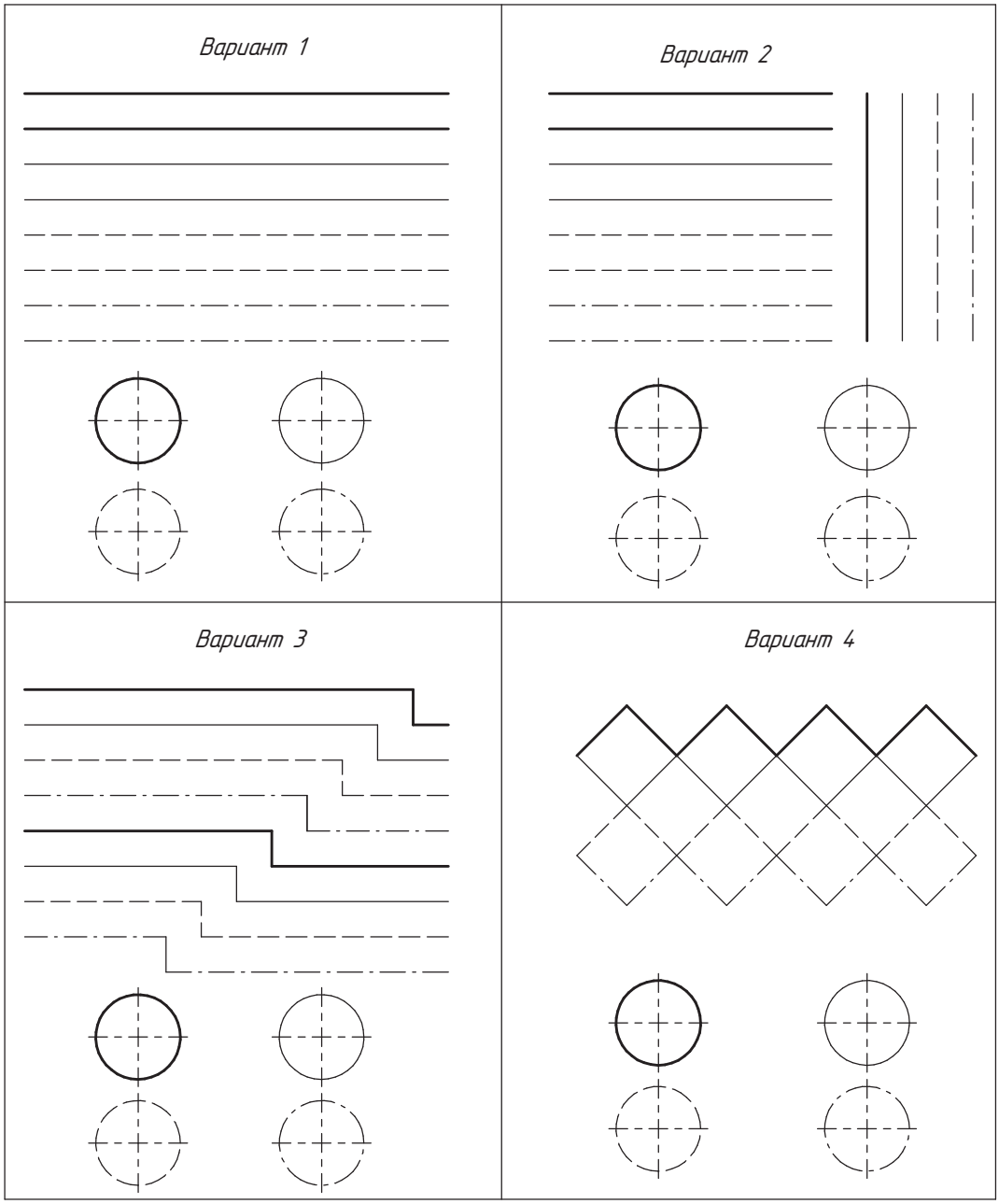




Правообладатель Народная асвета

Практическая работа № 3. Типы линий

В рабочей тетради начертите типы линий, представленные на рисунке, соблюдая толщину линий. Расстояние между линиями 10 мм. При выполнении параллельных линий используйте Памятку 1 (с. 167—168).



Графическая работа № 1. Чертеж детали *(см. Приложения, с. 162)*

Правообладатель Народная асвета

§ 5. Компоновка чертежа

На ваш взгляд, в каких единицах выражают линейные размеры на чертежах деталей? Какие размеры имеют форматы А4, А3?

Вы узнаете: что называется компоновкой чертежа, как на листе представить равновесное расположение всех элементов чертежа.

Вы научитесь: гармонично выполнять компоновку отдельных элементов изображения в выбранном масштабе на определенном формате.

Когда вы впервые начинаете выполнять чертеж, может возникнуть проблема размещения чертежа на площади листа бумаги. В итоге чертеж либо не помещается в отведенном ему поле, либо занимает только его часть. Чтобы избежать этих ошибок, необходимо выполнить компоновку чертежа, т. е. разместить изображения, размеры и надписи на поле чертежа (внутри рамки).

Так как мы воспринимаем изображение предмета не изолированно, а вместе с листом, на котором оно расположено, то между величинами изображения и листом бумаги должна существовать определенная пропорциональная зависимость — композиционное равновесие. Одной из основ компоновки является принцип равновесия изображений с листом, на котором они расположены. Изображения на чертеже должны быть расположены таким образом, чтобы была возможность правильно нанести размеры и выполнить необходимые надписи.

Простейший способ достижения равновесия на чертеже — это равномерное распределение изображений. По возможности они должны уравновешивать формат листа, т. е. располагаться на нем равномерно, без концентрации в одном месте.

Приступая к компоновке чертежа, целесообразно предварительно нанести тонкими линиями габаритные прямоугольники, соответствующие габаритным размерам будущих изображений (a, b, c) (рис. 22), и после уточнения их расположения вписать в них изображения детали, нанести размеры.

При правильной компоновке чертежа габаритные прямоугольники изображения должны отстоять от линий рамки справа и слева на одинаковом расстоянии m; сверху от рамки и снизу от основной надписи (штампа) также на одинаковом расстоянии n (см. рис. 22).

При компоновке чертежа необходимо учитывать размеры его изображения. Если изображение предмета очень простое, а его габаритные размеры велики, можно применить масштаб уменьшения. При изображении сложного по форме предмета, но очень мелкого по размерам, следует применить масштаб увеличения.

Помните! При компоновке чертежа нельзя нарушать проекционные связи.

Правообладатель Народная асвета

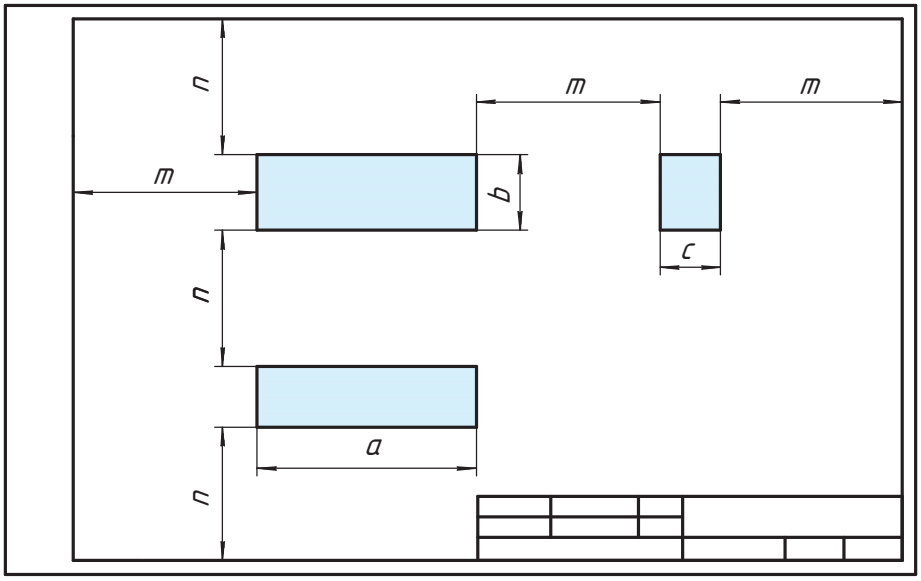


Рис. 22. Компоновка чертежа

Как вы считаете, какая из компоновок проекций на чертеже (рис. 23) выполнена правильно, а какая неправильно? Свой ответ объясните.

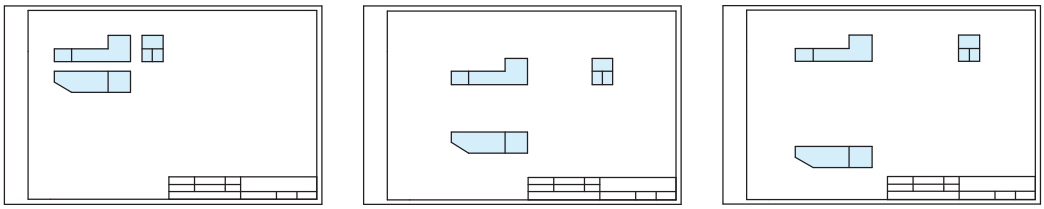
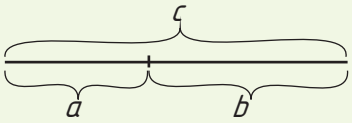


Рис. 23. Варианты компоновки изображения

Законы композиции проявляются во всех видах искусств: в архитектуре, скульптуре, живописи, музыке, фотографии и т. п. Известно ли вам, что такое золотое сечение? Это такое пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором весь отрезок так относится к большей части, как сама бóльшая часть относится к меньшей; или другими словами, меньший отрезок так относится к большему, как больший ко всему: $c : b = b : a$ или $a : b = b : c$.



1. Что такое компоновка чертежа?
2. Как вы понимаете понятие «композиционное равновесие чертежа»?
3. Для чего необходимо выполнять правильную компоновку чертежа?

Правообладатель Народная асвета

§ 6. Шрифты чертежные

Какими буквами — прописными или печатными — подписывается чертеж? На ваш взгляд, существуют ли правила ГОСТ на подписи чертежа?

Вы узнаете: для чего нужны шрифты, какие они бывают.
Вы научитесь: выполнять чертежным шрифтом простые надписи и размерные числа на изображениях предмета.

Шрифты. Вы уже обратили внимание, что изображения на чертежах всегда сопровождают надписями. Все надписи на чертежах должны быть выполнены чертежным шрифтом.

Буквы и цифры чертежного шрифта отличаются от тех, которыми вы обычно пишете.

Шрифт (от нем. *Schrift*) — это рисунок, начертание букв какого-либо алфавита, цифр и знаков. Шрифты чертежные предназначены для выполнения надписей, начертания условных знаков и размерных чисел на чертежах.

Сравните шрифты на рисунке 24. В чем их отличие? Как вы считаете, какой шрифт удобнее использовать для надписей чертежа?

Аа Бб Вв Гг Дд Ее А Б В Г Д Е
Жж Зз Ии Йй Кк Ж З И Й К Л

Рис. 24. Примеры шрифтов

Правила выполнения чертежных шрифтов определяются стандартом *ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные*. Стандарт устанавливает начертание, размеры двух видов букв русского, латинского и греческого алфавита — прописных (заглавных) и строчных, а также арабских и римских цифр и некоторых знаков для условных обозначений на чертеже.

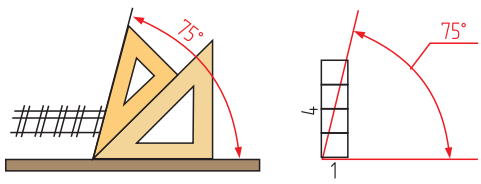


Рис. 25. Угол наклона шрифта

Шрифт может быть выполнен с наклоном 75° и без наклона. Угол наклона букв и цифр можно построить с помощью двух угольников. В тетради в клетку нужный угол можно получить, проведя диагональ прямоугольника, образованного четырьмя клетками (рис. 25).

Правообладатель Народная асвета

Параметры чертежного шрифта. При начертании букв и цифр чертежного шрифта используются следующие параметры.

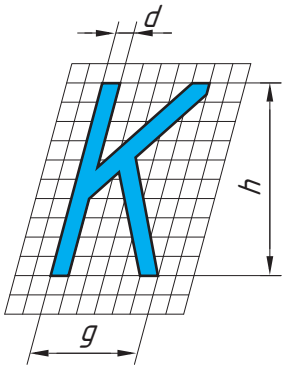


Рис. 26. Параметры чертежного шрифта

- *Размер шрифта* определяется высотой (h) прописных (заглавных) букв в миллиметрах по вертикали (рис. 26). Надписи на чертежах выполняют шрифтами следующих размеров: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40 мм.
- *Толщина линий* шрифта определяется в зависимости от высоты шрифта. Она равна 0,1 h и обозначается d.
- *Ширина* (g) букв в основном равна 0,6 h или 6d. Буквы бывают широкие и узкие.
- Элементы букв, которые выступают из строки (прописные Д, Щ, строчные б, в, д, р, у, ц, ф, щ), выполняются за счет расстояний между строками.
- *Высота цифр* равна высоте прописных букв h. Ширина цифр равна $h/2$ (исключение цифры 1 и 4).
- *Расстояние между буквами и цифрами (a)* в словах 0,2 h, или 2d, *между словами и цифрами (e)* — 0,6 h, или 6d.

Для удобства определения параметров шрифта можно воспользоваться таблицами 2 и 3.

Таблица 2. **Параметры чертежного шрифта**

Параметр шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размер, в мм				
Размер шрифта — высота прописных букв	h	h	10d	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Высота строчных букв	c	(7/10)h	7d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0
Расстояние между буквами и цифрами	a	(2/10)h	2d	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0
Минимальное расстояние между словами и цифрами	e	(6/10)h	6d	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0
Толщина линий шрифта	d	(1/10)h	d	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0

Правообладатель Народная асвета

Таблица 3. **Размеры ширины букв и цифр**

Буквы	Цифры и буквы, ширина которых равняется						
	3d	*4d*	*5d*	*6d*	*7d*	*8d*	*9d*
Прописные			Г,Е,З,С	Б,В,И,Й,К, Л,Н,О,П, Р,Т,У,Ч,Ь,Э,Я	А,Д,М,Х, Ц,Ы,Ю	Ж, Ф, Ш, Ъ	Щ
Строчные		з,с	б,в,г,д,е, и,й,к,л,н, о,п,р,у	а,м,ц,ъ,ы,ю	ж,т,ф,ш	щ	
Цифры	1		2,3,5,6,7, 8,9,0	4			

Высота строчных букв соответствует высоте прописных букв предшествующего размера шрифта (табл. 2). Определите высоту строчных букв для шрифта размера 7.

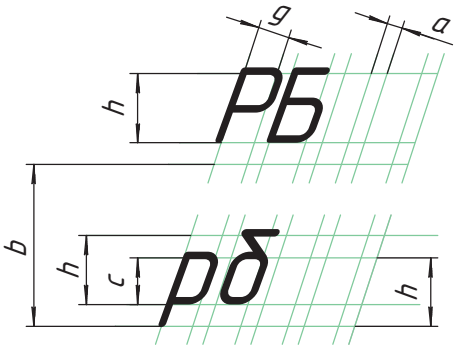


Рис. 27. Сетка для чертежного шрифта

Буквы и цифры не вычерчивают с помощью чертежных инструментов, а пишут от руки карандашом ТМ (НВ), М (В). Чтобы надписи были аккуратными, используют вспомогательные сетки, ограничивающие буквы и цифры по высоте, среднюю линию и линию наклона (рис. 27).

Оформляя чертеж, при заполнении основной надписи графу «Наименование работы» выполняют размером шрифта 7 (рис. 28). Все остальные графы основной надписи заполняют размером шрифта 5.

Размеры на чертеже также выполняют размером шрифта 5.

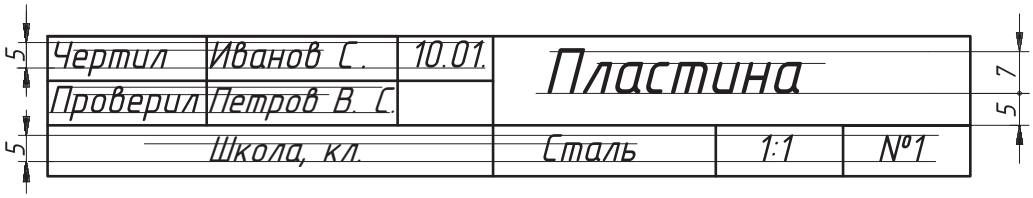



Рис. 28. Пример заполнения основной надписи (штампа)

Правообладатель Народная асвета

Считается, что впервые алфавит изобрели финикийцы в XI в. до н. э. Он состоял из 22 знаков. Греческий алфавит является прямым наследником финикийского. Шрифт, используемый для начертания его знаков, был предельно прост и весьма выразителен. Его построение осуществлялось с помощью элементарных геометрических форм — квадратов, кругов и треугольников. Существует мнение, что именно от греческого алфавита произошла латиница, которая сегодня является международной системой письма.

Финикийский алфавит

Греческий алфавит

1. Чем определяется размер чертежного шрифта?
2. Чему равен угол наклона букв и цифр чертежного шрифта?
3. Определите размер шрифта, если высота строчных букв равна 2,5 мм. Какова в этом случае ширина узких и широких строчных букв?
4. Используя таблицу 2, определите, шрифтом какого размера написаны слова «формат», «карандаш».

ФОРМАТ
Карандаш

Графическая работа № 2. Шрифт чертежный, типы линий *(см. Приложения, с. 163; см. Памятку 2, с. 169)*

§ 7. Основные правила нанесения размеров

Что показывают линейные размеры? Что обозначают угловые размеры?

Вы узнаете: для чего необходимо наносить размеры на чертежах деталей, каковы правила их нанесения, какие ошибки встречаются в нанесении размеров.

Вы научитесь: рационально наносить размеры на чертежах деталей.

Для того чтобы наиболее точно и качественно изготовить изделие или деталь, на чертеже проставляют (наносят) размеры. Нанесение размеров на чертежах является очень ответственной операцией, т. к. это существенно влияет на легкость чтения чертежа и качество выполнения изделия на

Правообладатель Народная асвета

производстве. Размеры на чертежах изделий наносятся по определенным правилам. Эти правила установлены стандартом *ГОСТ 2.307-2011 ЕСКД. Нанесение размеров*.

Размеры бывают ***линейные (мм)*** — длина, ширина, толщина, высота, радиус, диаметр и ***угловые*** **(°)** — размеры углов.

Размер — числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т. п.) в выбранных единицах измерения.

Помните! Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Общие правила нанесения размеров. Процесс нанесения размеров складывается из двух этапов: проведение выносных и размерных линий и написание размерных чисел (рис. 29).

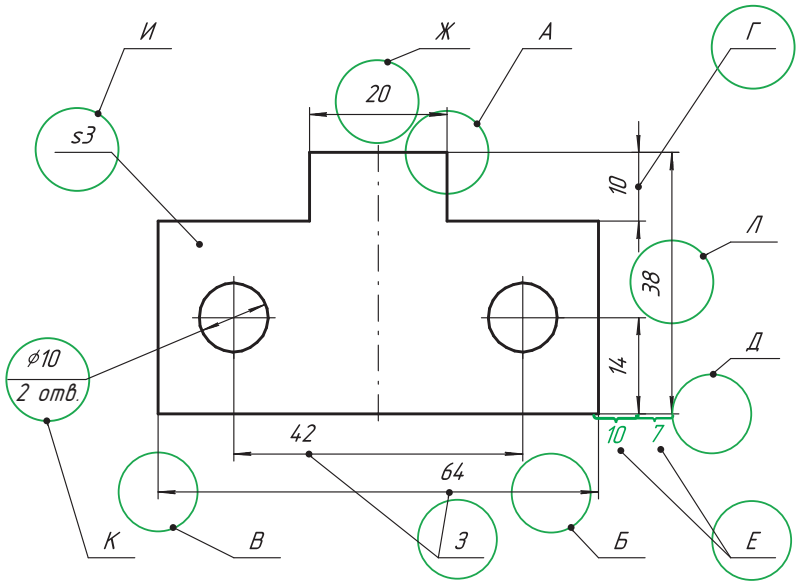


Рис. 29. Правила нанесения размеров

- Границы измерения размера указывают выносными и размерными линиями, линиями-выносками. Линии наносят с помощью тонких сплошных линий.
- Выносную линию наносят перпендикулярно отрезку контура изображения, размер которого измеряют **(А)**.
- Размерную линию проводят параллельно отрезку, размер которого определяют **(Б)**.
- Размерная линия с обеих сторон ограничена стрелками **(В)** (рис. 30).

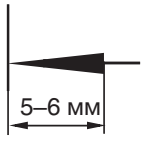


Рис. 30. Изображения стрелки на чертеже

Правообладатель Народная асвета

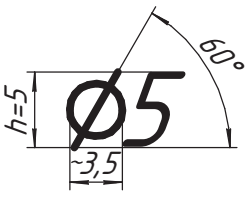
- Если длина размерной линии небольшая и стрелки не помещаются между выносными линиями, их наносят с внешней стороны от выносных линий **(Г)**.
- Выносная линия должна выходить за стрелку на 1,5—2 мм **(Д)**.
- Минимальное расстояние между размерной линией и измеряемым отрезком — 10 мм, между параллельными размерными линиями — 7 мм **(Е)**.
- Размерные числа наносят над размерной линией ближе к середине, на расстоянии 0,5—1 мм от нее. Размер шрифта для размерного числа 3,5 **(Ж)**.
- Если на чертеже несколько параллельных размерных линий, то размерные числа наносят в шахматном порядке **(З)**.
- При изображении детали в одной проекции указывают ее толщину **(И)**.
- Величину диаметра окружности показывают размерной линией, проведенной через центр окружности. Стрелки размерной линии упираются в окружность с внутренней или наружной стороны **(К)**. Размеры повторяющихся одинаковых окружностей наносят один раз с указанием их количества. Например, «∅ 10 2 отв.» означает: 2 отверстия диаметром 10 мм.
- Каждый предмет имеет ***габаритные*** (наибольшие) размеры — длину, высоту и ширину (толщину). Габаритные размеры всегда больше других, поэтому на чертеже их располагают дальше от изображения, чем остальные **(Л)**.

Помните!

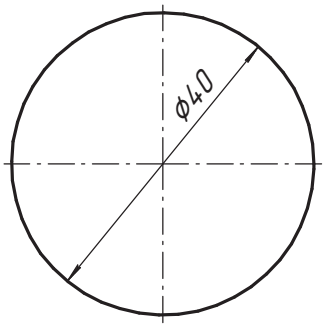
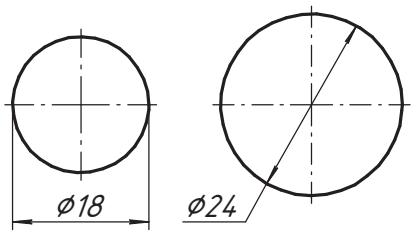
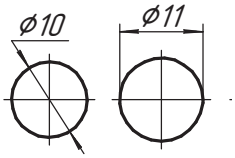
- По возможности размерные линии должны располагаться вне контура изображения. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.
- Размерные числа при вертикально расположенной размерной линии пишут слева от нее снизу вверх. Они не должны касаться размерной линии или пересекать ее.
- Каждый размер наносится на чертеже один раз и как можно ближе к тому элементу, величину которого он определяет.
- Линейные размеры указываются в миллиметрах без указания единицы измерения.

Условности и упрощения при нанесении размеров

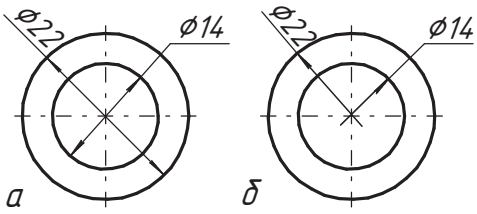
Обозначение окружностей. Для обозначения окружностей пользуются специальным знаком диаметра. Он проставляется перед размерным числом.



Правообладатель Народная асвета

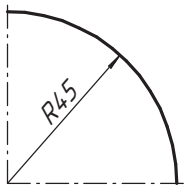
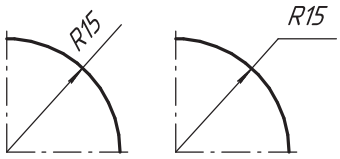
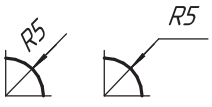
		
Если диаметр окружности 40 мм и более, то размерные числа и стрелки наносят внутри окружности	Если диаметр окружности менее 40 мм, но более 12 мм, то стрелки и размерные числа можно наносить вне окружности	Если диаметр менее 12 мм, то размерные числа и стрелки наносят вне окружности

Если необходимо указать несколько диаметров из одного центра, то размерные линии располагают по диагонали через центр окружности (*а*). Также размерную линию диаметра можно показать с обрывом. При этом обрыв размерной линии делают дольше центра окружности (*б*).



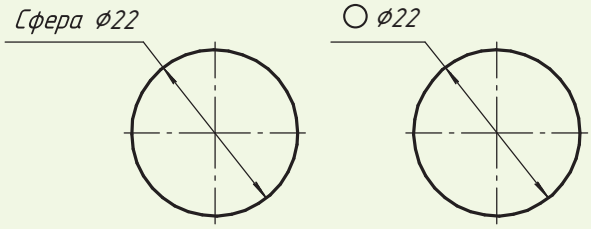
На ваш взгляд, можно ли диаметр окружности заменить радиусом? Ответ обоснуйте.

Обозначение дуг окружностей. Для обозначения окружностей пользуются специальным знаком радиуса (*12*). Он наносится так же, как и диаметр, перед размерным числом. Размерную линию проводят по направлению к центру дуги и ограничивают одной стрелкой, упирающейся в дугу.

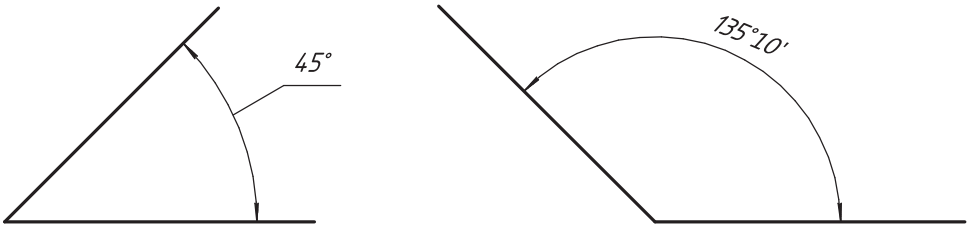
		
Если дуга радиуса более 20 мм	Если радиус дуги от 6 до 40 мм	Если радиус дуги менее 6 мм

Правообладатель Народная асвета

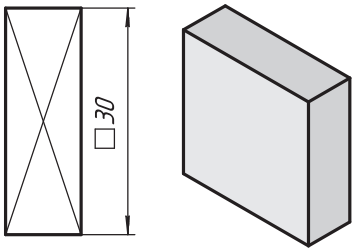
Иногда поверхность предмета может иметь форму сферы. В этом случае перед знаком диаметра или радиуса добавляют надпись «Сфера» или специальный знак ○.



Обозначение угловых размеров. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах.



Обозначение квадрата. Если деталь или элемент детали имеет форму квадрата, то обозначения сторон квадрата наносят следующим образом: перед размерным числом наносят знак квадрата, а на самой детали вычерчивают тонкие сплошные линии по диагонали.



С помощью дополнительных источников найдите информацию о том, какие еще бывают условные обозначения, применяемые на чертежах. Подготовьте сообщение.

Детали цилиндрической формы имеют фаски — скошенные кромки стержня, бруска, отверстия. Их обозначают упрощенно, когда размерная линия проводится параллельно оси конуса, а подпись выполняется по типу «2 х 45°» (рис. 31 *а*, *б*).

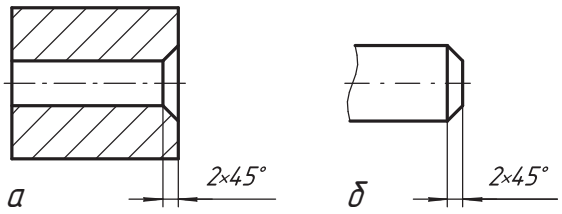


Рис. 31. Обозначение фаски

Правообладатель Народная асвета

Последовательность нанесения размеров

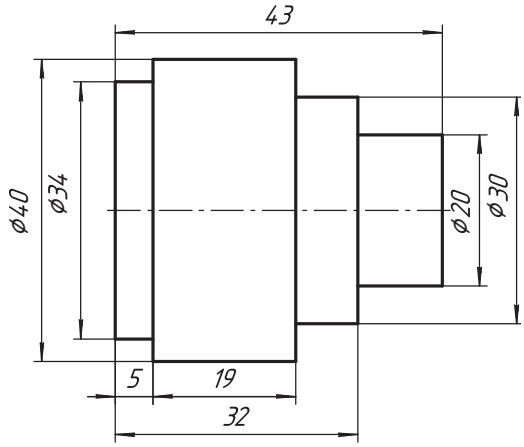


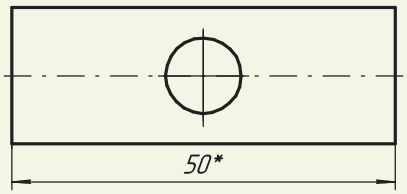
Рис. 32. Нанесение размеров

1. Сначала наносятся размеры мелких элементов чертежа (выступов, окружностей и др.), затем крупных (рис. 32).

2. Завершают нанесение размеров габаритные размеры: длина, высота, ширина детали.

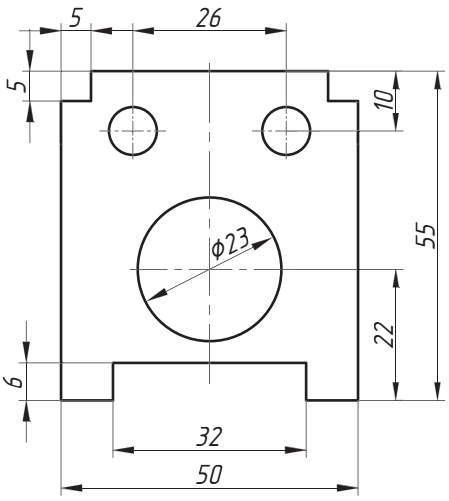
? *Определите по рисунку 32 габаритные размеры детали. Проанализируйте простановку размеров на чертеже. Сделайте вывод о необходимости соблюдения последовательности нанесения размеров.*

На чертежах иногда наносят справочные размеры. Это размеры, которые не подлежат выполнению по данному графическому документу и служат для удобства пользования этим документом. Они обозначаются знаком *. На месте расположения технических требований (над основной надписью) делают запись: * — Размер для справок.

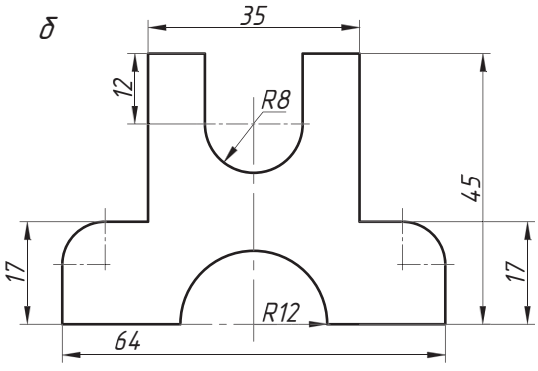


1. В каких единицах измерения наносят размеры на чертежах?
2. На каком расстоянии от контура детали проводят первую размерную линию? Вторую и все последующие?
3. Каким образом нанести размеры на три одинаковых отверстия?
4. Как проставляют размеры диаметра и радиуса?
5. Используя чертеж на рисунке ***а***, расскажите о последовательности простановки размеров детали.
6. Найдите ошибки на чертеже на рисунке ***б***. Объясните, как их исправить.

а



б



Правообладатель Народная асвета

§ 8. Деление отрезка на равные части. Построение и деление углов

Какие чертежные инструменты вы знаете? Какие из них могут понадобиться для деления отрезков и углов на равные части? Поясните их назначение.

Вы узнаете: как разделить отрезок и угол на равные части, используя только циркуль и линейку; как построить угол, не имея под рукой транспортира.

Вы научитесь: делить отрезок, угол на равные части; строить параллельные и перпендикулярные прямые при помощи угольников.

При разработке графических документов выполняют различные геометрические построения, например делят отрезок или угол на равное количество частей, строят перпендикуляр к прямой линии, сопряжения и т. п. (рис. 33). Многие из этих построений вам уже знакомы из уроков математики или других предметов. При этом вы использовали транспортир, угольники, линейки с делениями и калькулятор для расчетов. Особенность геометрических построений в черчении заключается в том, что при этом можно обойтись без математических расчетов. Все подчиняется определенным алгоритмам, каждый из которых представляет собой совокупность графических операций, выполняемых в строгой последовательности.

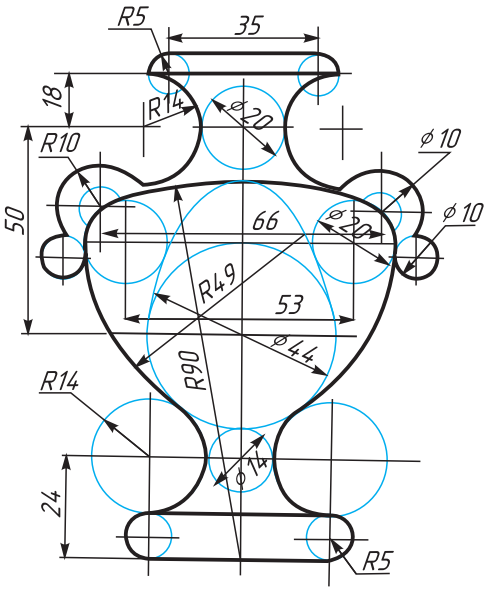


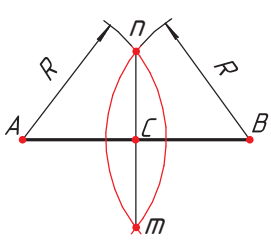
Рис. 33. Примеры геометрических построений на изображении

Деление отрезка на две, четыре равные части при помощи циркуля

Последовательность деления

1. Из точек ***A*** и ***B*** радиусом ***R*** (радиус должен быть больше половины длины отрезка) проводят дуги до их взаимного пересечения (в точках ***n*** и ***m***).

2. Точки пересечения ***n*** и ***m*** соединяют прямой, которая является перпендикуляром к ***AB***. Точка пересечения ***C*** делит отрезок ***AB*** на две равные части.



Используя алгоритм, представленный выше, расскажите, как разделить отрезок на четыре равные части. Можно ли таким способом разделить отрезок на нечетное количество частей, например на 3?

Правообладатель Народная асвета

Деление отрезка на n равных частей

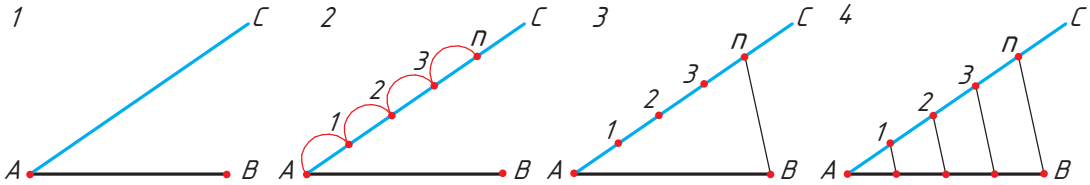
Последовательность деления

1. Из точки ***A*** под произвольным острым углом к отрезку ***AB*** проводят вспомогательную прямую ***AC***.

2. На прямой ***AC*** циркулем откладывают равные отрезки произвольной величины (то количество отрезков, на которое необходимо разделить отрезок ***AB***), например на 4.

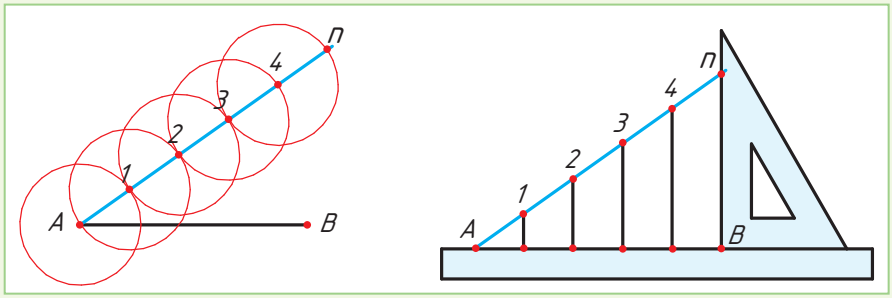
3. Последнюю точку ***n*** соединяют с точкой ***B***.

4. Из каждой точки прямой ***AC*** ***(1, 2, 3, n)*** проводят прямые, параллельные отрезку ***nB***, которые делят отрезок ***AB*** на равные ***n*** части.



Отложить равное количество отрезков на вспомогательной прямой можно циркулем (с неизменным раствором).

При проведении параллельных прямых, соединяющих отрезки ***An*** и ***AB***, воспользуйтесь линейкой и треугольником.



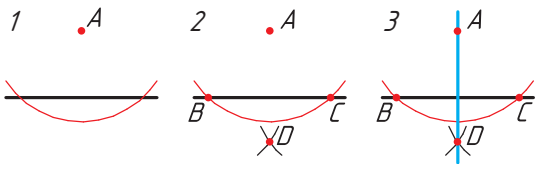
Построение перпендикуляра

Последовательность построения перпендикуляра из точки, лежащей вне прямой линии

1. Из точки ***A*** (лежащей вне прямой), как из центра, произвольным радиусом описываем дугу так, чтобы она пересекла прямую в двух точках ***B*** и ***C***.

2. Из точек ***B*** и ***C***, как из центров, одинаковыми радиусами описываем дуги, чтобы они пересеклись в точке ***D***.

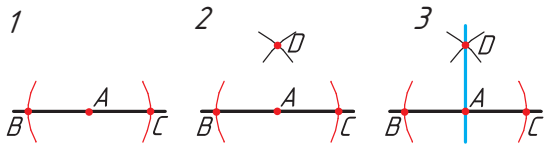
3. Соединяем точку пересечения дуги ***D*** с точкой ***A***.



Правообладатель Народная асвета

Последовательность построения перпендикуляра из точки, лежащей на прямой линии

1. Из любой точки ***A*** (лежащей на прямой), как из центра, одинаковым радиусом описываем дуги так, чтобы они пересекали прямую в двух точках ***B*** и ***C***.



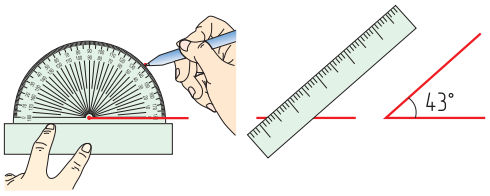
2. Из точек ***B*** и ***C***, как из центров, одинаковыми радиусами описываем дуги, чтобы они пересеклись в точке ***D***.

3. Соединяем точку пересечения дуг ***D*** с точкой ***A***.

Объясните, как построить перпендикуляр из точки, лежащей вне прямой линии, с помощью транспортира.

Построение углов. Самый простой способ построения углов — воспользоваться транспортиром.

Используя рисунок, объясните, как с помощью транспортира построить угол 43°.



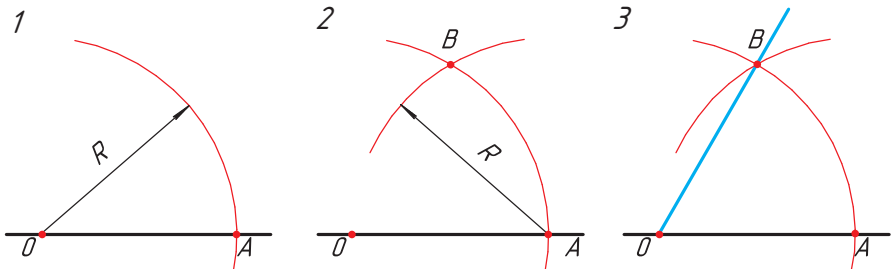
Угол также можно построить при помощи угольников и линейки (*см. Памятку 3, с. 170*). Если этих инструментов нет, можно воспользоваться циркулем.

Последовательность построения угла 60°

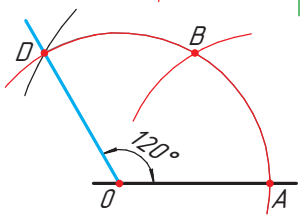
1. Из точки ***O*** произвольным радиусом ***R*** проводят дугу до ее пересечения прямой в точке ***A***.

2. Из точки ***A*** этим же радиусом ***R*** проводят вторую дугу так, чтобы она пересекла первую дугу в точке ***B***.

3. Соединяют точки ***B*** и ***O*** и получают угол 60°.



Используя рисунок, объясните, как построить угол 120°.



Правообладатель Народная асвета

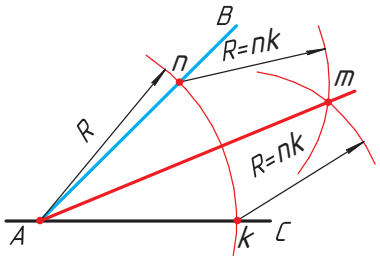
Деление угла на две равные части

Последовательность деления

1. Из вершины угла ***A*** произвольным радиусом проводят дугу до пересечения со сторонами угла ***BAC***. Получают точки ***n*** и ***k***.

2. Из полученных точек ***n*** и ***k*** проводят дуги радиусом ***R***, несколько большим половины длины дуги ***nk***, до взаимного пересечения в точке ***m***.

3. Вершину угла ***A*** соединяют с точкой ***m*** прямой, которая делит угол ***BAC*** на две равные части.

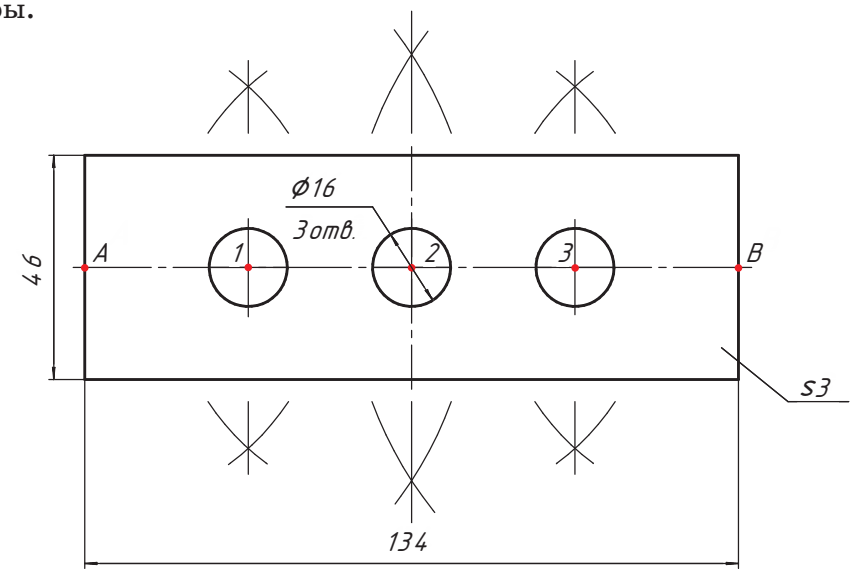


1. Объясните, каким образом разделить отрезок на четное количество равных частей.
2. Как разделить отрезок на нечетное количество равных частей?
3. Постройте в рабочей тетради квадрат, используя построение параллельных прямых и перпендикуляров.
4. Расскажите, как построить угол 45°.
5. Выскажите предположение, каким образом разделить угол на четыре равные части.

Объясните, как разделить угол на три равные части. Каким образом, имея угол 60°, построить угол 30°?

Практическая работа № 4. Деление отрезка

В рабочей тетради выполните чертеж детали «Пластина» с применением способа деления отрезка на четыре равные части. Нанесите размеры.



Правообладатель Народная асвета

§ 9. Деление окружности на равные части

Назовите основные геометрические построения, которые необходимо выполнить, чтобы начертить детали, изображенные на рисунке 34.

Вы узнаете: как разделить окружность на равные части с помощью циркуля и угольника.

Вы научитесь: делить окружности на равные части.

Для выполнения чертежей некоторых изделий необходимо овладеть приемами деления окружностей на равные части и построения многоугольников, вписанных в окружность (рис. 34, 35).

Рис. 34. Детали

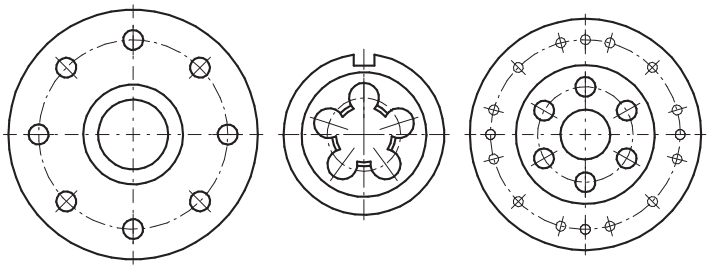
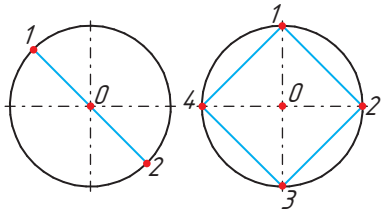


Рис. 35. Примеры использования делений окружности при выполнении чертежей деталей

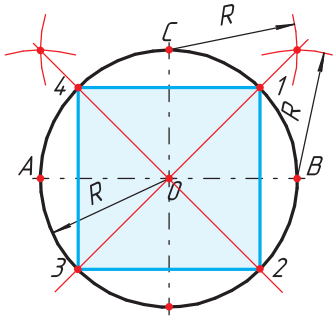
Деление окружности на 2 и 4 равные части. Любой диаметр делит окружность на две равные части. Два взаимно перпендикулярных диаметра делят ее на четыре равные части.



Как вы считаете, как вписать в окружность квадрат, стороны которого параллельны осевым линиям?

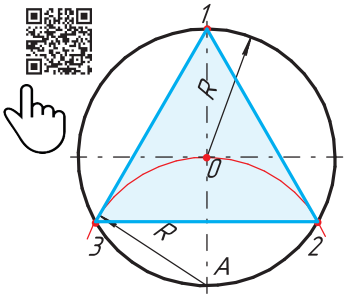
Последовательность деления окружности на 4 равные части

1. Проводят окружность с радиусом ***R***.
2. Из точек ***C*** и ***B*** тем же радиусом ***R***, что и радиус окружности, проводят дуги до их взаимного пересечения.
3. Точку пересечения соединяют прямой с центром окружности. Получают точки 1 и 3.
4. Аналогично выполняют построение из точек ***A*** и ***C***.



Установите последовательность операций по делению окружности на восемь равных частей.

Правообладатель Народная асвета



Деление окружности на 3 и 6 равных частей

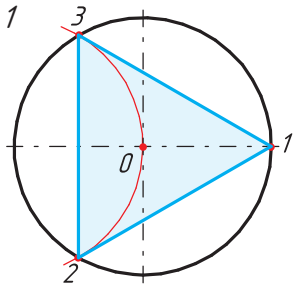
Последовательность деления окружности

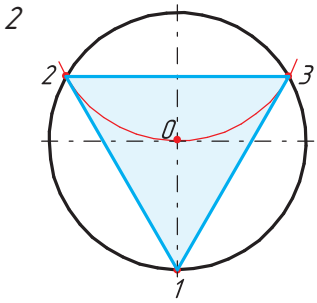
1. Проводят окружность с заданным радиусом ***R***.

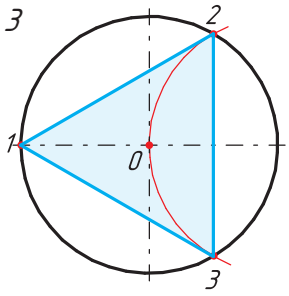
2. Из точки ***A*** тем же радиусом ***R*** проводят дугу до пересечения с окружностью в точках 2 и 3.

3. Точки пересечения 2 и 3 соединяют прямыми линиями, получают вписанный треугольник.

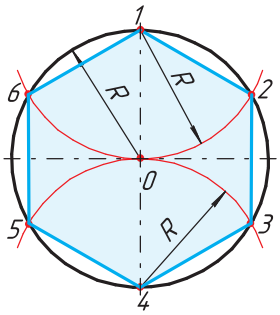
Составьте алгоритм деления окружности на три равные части таким образом, чтобы получить геометрические фигуры, изображенные на рисунке.







При делении окружности на 6 равных частей выполняется то же построение, что и при делении окружности на 3 части, но дугу описывают не один, а два раза, из точек 1 и 4 радиусом окружности ***R***.



Выполнять деление окружности на равные части можно не только с помощью циркуля, но и используя угольник. Разделить окружность на число частей *n* можно, используя формулу расчета длины хорды (*см. Памятку 4, с. 171*).

Деление окружности на 5 равных частей

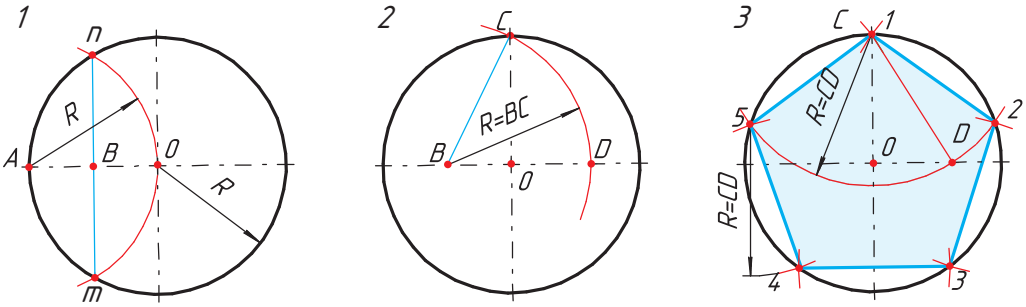
Последовательность деления окружности

1. Из точки ***A*** радиусом окружности ***R*** проводят дугу до пересечения окружности в точках ***n*** и ***m***. Соединяют полученные точки ***n*** и ***m*** прямой линией. На пересечении с горизонтальной осевой линией получают точку ***B***.

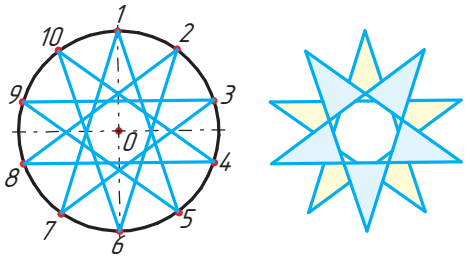
2. Из точки ***B*** радиусом, равным отрезку ***BC***, проводят дугу, которая пересечет горизонтальную осевую линию в точке ***D***.

Правообладатель Народная асвета

3. Соединив точки ***C*** и ***D***, получаем отрезок ***CD***, который и является длиной стороны пятиугольника. Из точки ***C*** проводят дугу радиусом, равным ***CD***, и получают точки 5 и 2. Из полученных точек 5 и 2 проводят еще по одной дуге ***R*** = ***CD*** и находят точки 3 и 4.



Как вы считаете, каким образом можно разделить окружность на 10 равных частей для получения рисунка орнамента? Предложите способ деления окружности.

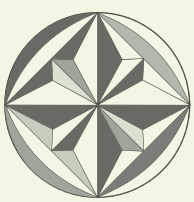
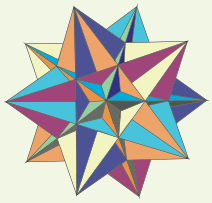


Знаете ли вы, что не все кривые линии могут быть вычерчены с помощью циркуля и их построение выполняется по ряду точек? При вычерчивании кривой полученный ряд точек соединяют по лекалу, поэтому ее называют лекальной кривой линией. Точность построения лекальной кривой повышается с увеличением числа промежуточных точек на ее участке. К лекальным кривым относятся эллипс, парабола, гипербола, которые получаются в результате сечения кругового конуса плоскостью. К лекальным кривым также относят эвольвенту, синусоиду, спираль Архимеда, циклоидальные кривые.

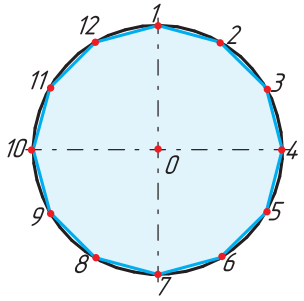
Архимедова спираль была открыта Архимедом в III в. до н. э., когда он экспериментировал с компасом. Он тянул стрелку компаса с постоянной скоростью, вращая сам компас по часовой стрелке. Получившаяся кривая была спиралью, которая сдвигалась на ту же величину, на которую поворачивался компас, и между витками спирали сохранялось одно и то же расстояние. Спираль Архимеда встречается не только в природе, ее используют в архитектуре, технике. Например, по спирали Архимеда идет звуковая дорожка или строится круговая лестница.

Правообладатель Народная асвета

С помощью деления окружности на равные части составляются круговые орнаменты — узоры, украшающие различные сооружения, утварь, оружие и т. д. Основа создания орнамента — геометрические построения. На рисунок орнамента могут влиять технические, растительные, текстовые мотивы. Круговые орнаменты могут быть как простыми, например для геометрической резьбы, так и очень сложными, требующими серьезных геометрических построений.

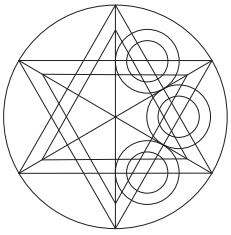
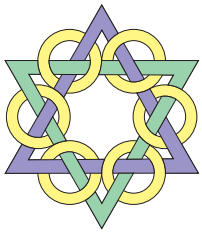
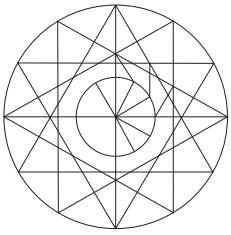
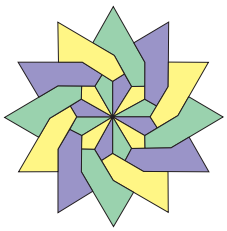



1. Для чего необходимо знать приемы выполнения геометрических построений?
2. При помощи каких инструментов можно получить квадрат, вписанный в окружность?
3. Предложите несколько способов деления окружности на 12 равных частей для получения многоугольника. Выберите из них самый рациональный.



Практическая работа № 5. Геометрические построения

Вариант 1. В рабочей тетради выполните построение орнаментов, применив способы деления окружности на равные части.

Вариант 2. В рабочей тетради выполните построение элементов белорусского орнамента, используя принципы деления окружности. Объясните, на сколько частей необходимо разделить окружности, чтобы получить эти элементы.

Правообладатель Народная асвета

§ 10. Способы построения сопряжения

Как вы считаете, какие геометрические построения необходимо выполнить, чтобы начертить объекты, изображенные на рисунке 36?

Вы узнаете: что такое сопряжения предметов, их элементы и принципы построения.

Вы научитесь: выполнять сопряжения двух прямых, прямой и окружности, двух окружностей.

Понятие о сопряжении. Контуры большинства предметов и объектов состоят из сочетаний различных линий (прямых, дуг, окружностей), пересекающихся между собой и плавно переходящих одна в другую (рис. 36). Такие плавные переходы называются сопряжением.

Сопряжение — плавный переход одной линии контура изображения к другой.

Рис. 36. Примеры сопряжений в природе, изделиях и сооружениях

Назовите примеры объектов (природного или рукотворного происхождения), имеющие сопряжения.

Правообладатель Народная асвета

Все сопряжения на чертежах выполняют дугами окружностей заданных размеров. Чтобы построить сопряжение, необходимы следующие элементы: радиус сопряжения, центр сопряжения, точки сопряжения (рис. 37).

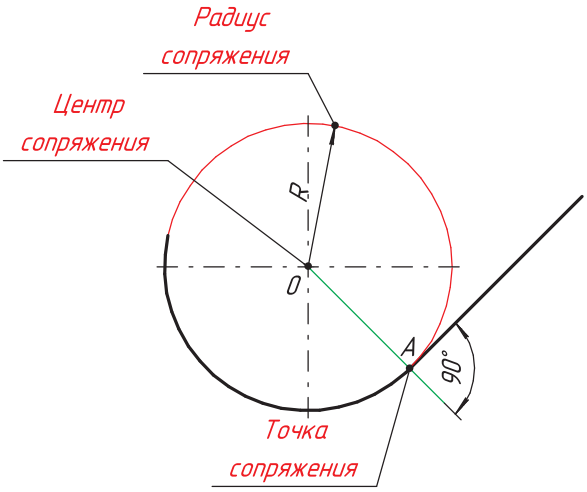


Рис. 37. Элементы сопряжения

Центр сопряжения — точка, из которой проводят дугу плавного перехода одной линии к другой.

Радиус сопряжения — радиус дуги сопряжения, с помощью которой происходит сопряжение.

Точка сопряжения — общая точка сопрягаемых линий. В точках сопряжений происходит плавный переход (касание) линий.

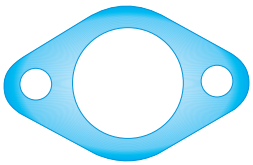
Общий алгоритм построения сопряжения

1. Найти центр сопряжения.
2. Найти точку сопряжения.
3. Построить сопряжение.

Способы построения сопряжений

Рассмотрим построение сопряжений различных типов.

Построение сопряжения угла или двух прямых дугой заданного радиуса



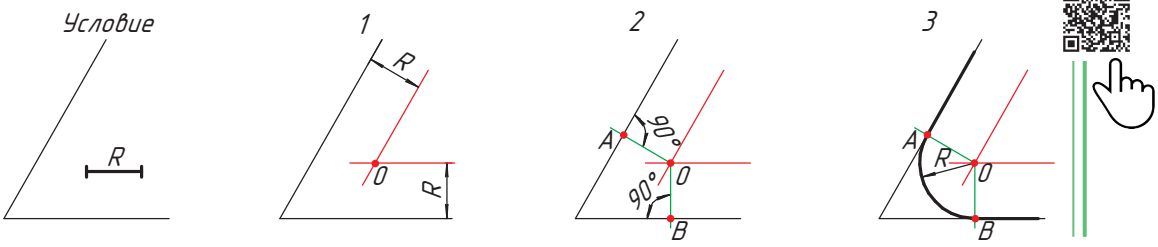
Последовательность построения

1. Проводят вспомогательные прямые параллельно заданным, удаленные на расстоянии, равном заданному радиусу ***R***. На пересечении вспомогательных прямых отмечают центр сопряжения ***O***.

Правообладатель Народная асвета

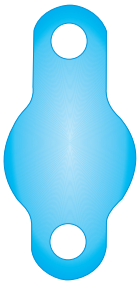
2. Из центра сопряжения ***O*** опускают перпендикуляры к прямым. Получают точки сопряжения ***A*** и ***B***.

3. Из точки ***O*** проводят дугу сопряжения заданным радиусом ***R***, соединяя точки сопряжения ***A*** и ***B***.



Как вы считаете, есть ли различия в построении сопряжений острого и тупого угла? Ответ обоснуйте.

Построение сопряжения двух параллельных прямых



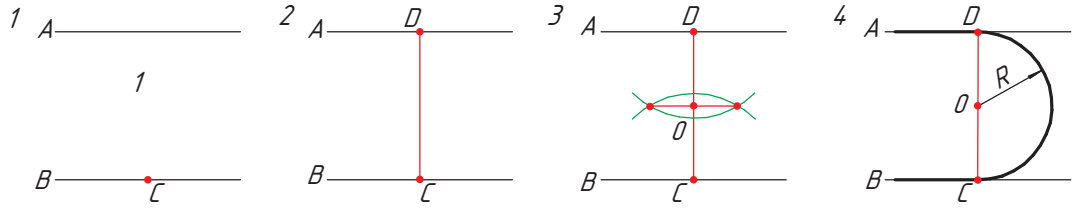
Последовательность построения

1. На прямой ***B*** берут произвольную точку ***C***.

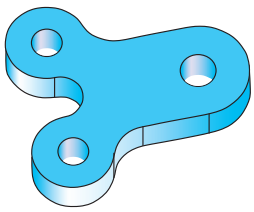
2. В точке ***C*** восстанавливают перпендикуляр до пересечения его с прямой ***A*** в точке ***D***.

3. Разделив отрезок ***DC*** пополам, находят центр сопряжения ***O***.

4. Из центра сопряжения ***O*** радиусом сопряжения $R = OD = OC$ проводят дугу, соединяя точки сопряжения ***D*** и ***C***.



Построение сопряжения прямой и окружности



Последовательность построения

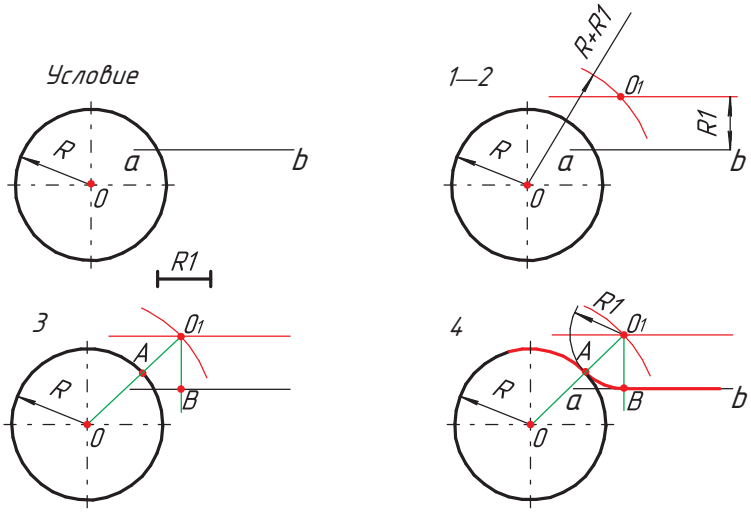
1. Проводят вспомогательную прямую, параллельную прямой ***a*** и удаленную от нее на расстоянии ***R1***.

2. Из центра окружности ***O*** проводят вспомогательную дугу радиусом, равным сумме радиусов окружности ***R*** и дуги сопряжения ***R1***, до пересечения в точке O_1.

3. Из точки O_1 опускают перпендикуляр до пересечения его с прямой ***ab*** в точке ***B***. Соединяют точки ***O*** и O_1. Находят точку сопряжения ***A***.

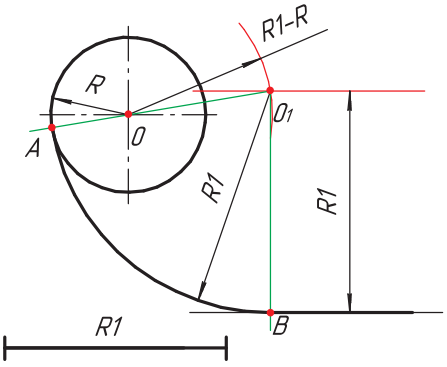
Правообладатель Народная асвета

4. Из центра сопряжения O_1 радиусом сопряжения $R1$ проводят дугу сопряжения, соединив точки сопряжения A и B.



Помните! Сначала сплошной толстой основной линией обводят дугу сопряжения, затем — дугу окружности и прямую.

Используя рисунок, расскажите, как выполнить сопряжение окружности и прямой линии.

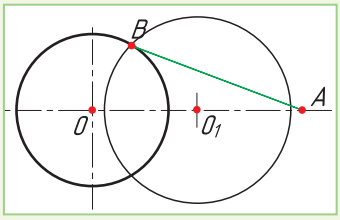


Построение касательной к окружности из заданной точки.

1. Соединяют точку A с центром окружности O. Полученный отрезок OA делят пополам и получают точку O_1.

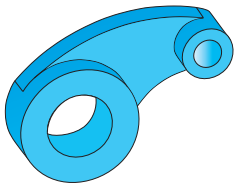
2. Из точки O_1 радиусом R равным O_1A строят вспомогательную окружность. Точка пересечения вспомогательной окружности и заданной окружности B является точкой сопряжения.

3. Соединив точки B и A, получим касательную к окружности.



Правообладатель Народная асвета

Построение сопряжения двух окружностей



Сопряжение двух окружностей осуществляется по внутреннему и внешнему контурам или может быть смешанным (*см. Памятку 5, с. 172*).

Рассмотрим примеры сопряжения двух окружностей с радиусами $\boldsymbol{R_1}$ и $\boldsymbol{R_2}$ дугой радиусом $\boldsymbol{R}$.

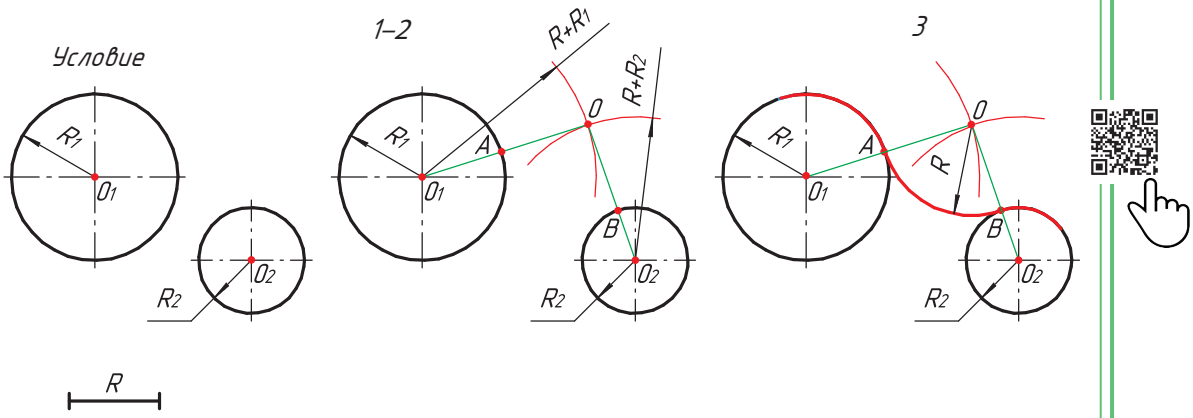
Последовательность построения сопряжения по внешнему контуру

1. Из центра окружностей $\boldsymbol{O_1}$ и $\boldsymbol{O_2}$ проводят вспомогательные дуги радиусом, равным сумме радиусов окружностей

$$\boldsymbol{R + R_1} \text{ и } \boldsymbol{R + R_2}.$$

2. Точку пересечения вспомогательных дуг $\boldsymbol{O}$ соединяют с центром окружностей $\boldsymbol{O_1}$ и $\boldsymbol{O_2}$. Находят точки сопряжения $\boldsymbol{A}$ и $\boldsymbol{B}$.

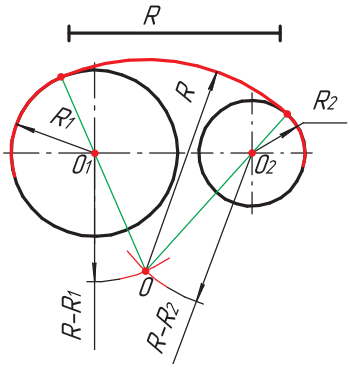
3. От центра сопряжения $\boldsymbol{O}$ радиусом сопряжения $\boldsymbol{R}$ проводят дугу сопряжения, соединив точки $\boldsymbol{A}$ и $\boldsymbol{B}$.



Последовательность построения сопряжения по внутреннему контуру

Построение сопряжения двух окружностей по внутреннему контуру схоже с построением сопряжения по внешнему контуру. Разница состоит лишь в том, что из центров окружностей $\boldsymbol{O_1}$ и $\boldsymbol{O_2}$ проводят вспомогательные дуги радиусом, равным разности радиусов окружностей

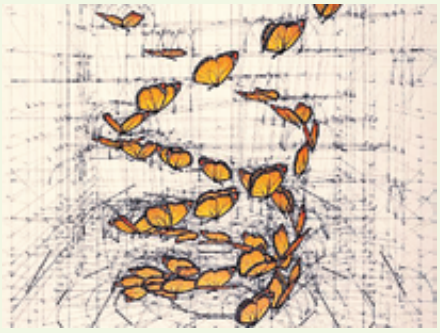
$$\boldsymbol{R - R_1} \text{ и } \boldsymbol{R - R_2}.$$

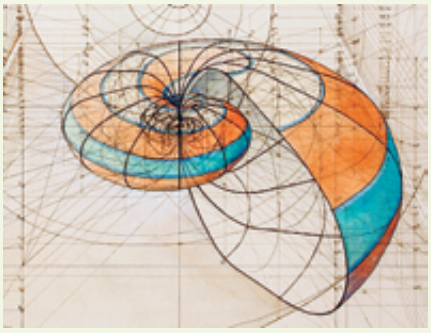


Используя данный рисунок, составьте алгоритм построения сопряжения двух окружностей по внутреннему контуру.

Правообладатель Народная асвета

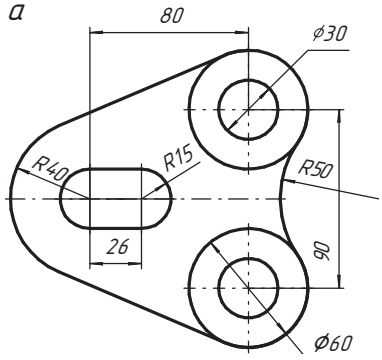
Сегодня сложно представить, что когда-то люди рисовали, чертили и создавали шедевры без помощи графических редакторов и программ для моделирования. Именно поэтому работы современного художника из Венесуэлы Рафаэля Араужо кажутся особенно интересными. Мастер без помощи компьютера и современных технологий создает чертежи и расчеты полета бабочек или раковины моллюска наутилуса с помощью циркуля, лекала, линейки и карандаша, используя геометрические построения на основе принципа золотого сечения.





1. Что такое сопряжение?
2. Назовите основные элементы сопряжения.
3. При каком условии переход от прямой линии к окружности будет плавным?
4. Объясните, как найти точку сопряжения.
5. Проанализируйте графическое изображение на рисунке ***а***. Какие геометрические построения надо произвести, чтобы выполнить это изображение?
6. Выполните чертеж спиннера (рис. ***б***), применяя необходимые геометрические построения. Размеры подберите самостоятельно.

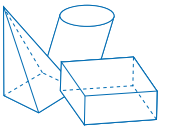
а



б

Графическая работа № 3. Выполнение сопряжений с нанесением размеров *(см. Приложения, с. 164)*

Правообладатель Народная асвета



§ 11. Проецирование формы предмета. Прямоугольное проецирование на одну плоскость проекций

Вспомните из курса физики, как получается тень от предмета. В чем заключается метод Монжа? Почему тень имеет бóльшие размеры, чем сам предмет?

Вы узнаете: что такое проецирование, каковы его виды, каким образом выполняется проецирование предметов.

Вы научитесь: выполнять проецирование предмета на одну плоскость проекций.

В основу построения графических изображений на чертежах положен метод проецирования. Он состоит в том, что изображение предмета на плоскости получают с помощью проецирующих лучей. Проецирование напоминает образование тени объекта (рис. 38). При освещении солнечными лучами (или искусственным светом, например фонарем) любой объект отбрасывает тень, похожую на очертания самого предмета.

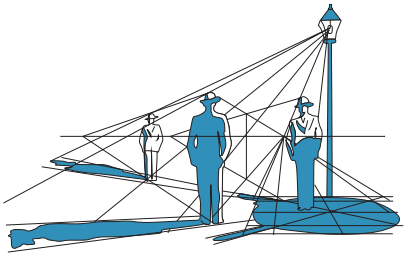


Рис. 38. Образование тени человека

Проецирование — процесс получения изображения предметов на плоскости с помощью проецирующих лучей.

Образование проекций. Рассмотрим образование проекций на примере кленового листа. Если на кленовый лист направить источник света (центр проецирования), то воображаемые лучи от этого источника, проведенные через каждую точку листа до пересечения с плоскостью, дадут нам его проекцию (рис. 39). Проекция в переводе с латинского означает «бросать (отбрасывать) вперед».

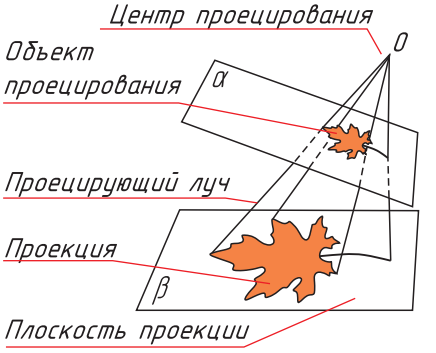


Рис. 39. Образование проекций

Элементы проецирования

Центр проецирования — точка, из которой производится проецирование.

Объект проецирования — изображаемый предмет.

Плоскость проекции — плоскость, на которую производится проецирование.

Проецирующие лучи — воображаемые прямые, с помощью которых производится проецирование.

Проекция — изображение объекта на плоскости, образованное методом проецирования.

Правообладатель Народная асвета

Виды проецирования. В зависимости от направления проецирующих лучей различают центральное, параллельное прямоугольное и параллельное косоугольное проецирование (рис. 40).

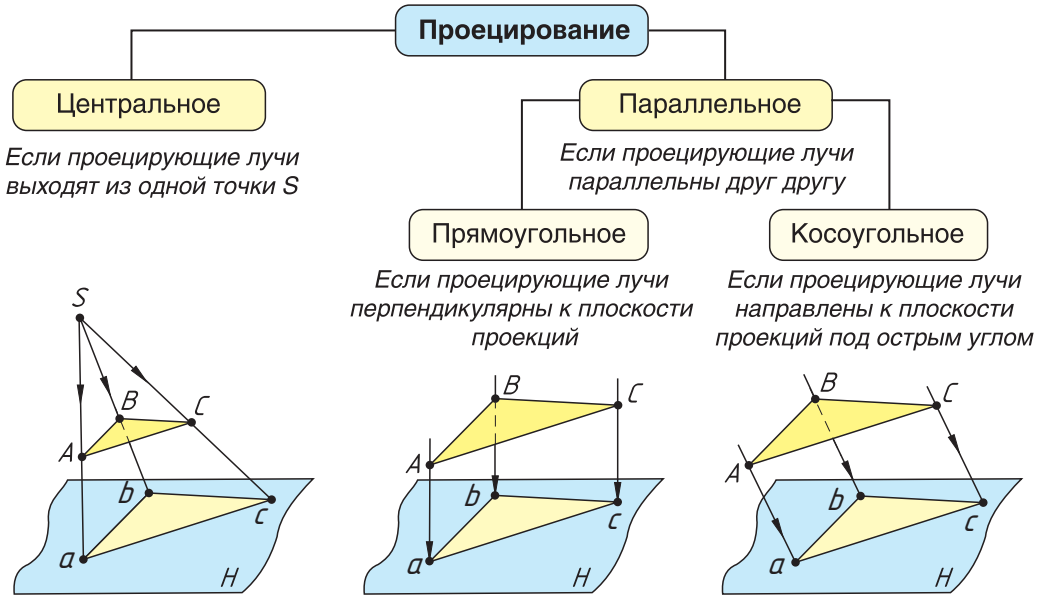


Рис. 40. Виды проецирования

Обратите внимание на размер проекций разных видов проецирования. При центральном проецировании полученное изображение всегда больше объекта проецирования; при параллельном косоугольном может быть меньше, больше или равно ему; при параллельном прямоугольном — всегда равно объекту проецирования. На ваш взгляд, почему для выполнения чертежей используют параллельное прямоугольное проецирование?

Прямоугольное проецирование. Плоскости проекций в пространстве могут располагаться: горизонтально (*а*), вертикально (*б*) и наклонно (*в*) (рис. 41). Если плоскость располагается горизонтально, она называется

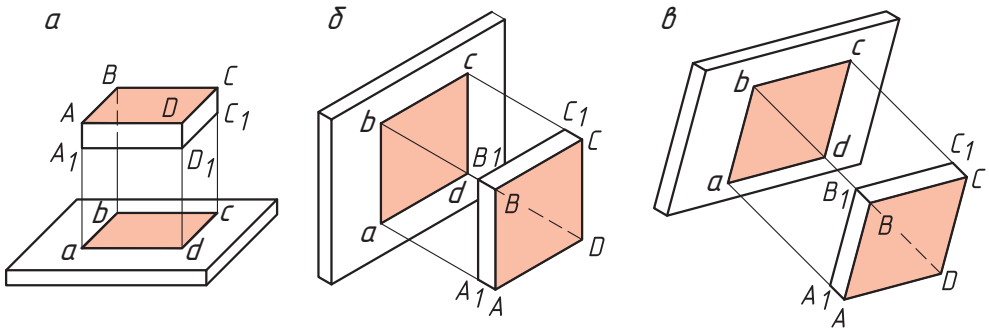


Рис. 41. Прямоугольное проецирование

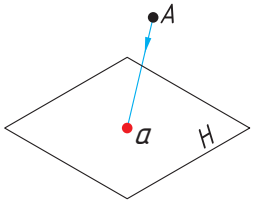
Правообладатель Народная асвета

горизонтальной и обозначается латинской заглавной буквой ***H***. Изображение объекта на горизонтальной плоскости проекцией носит название *горизонтальная проекция* объекта.

Если плоскость расположена вертикально и перпендикулярно взгляду, она называется *фронтальной* и обозначается латинской заглавной буквой ***V***. Перпендикулярно к горизонтальной и вертикальной плоскостям располагается еще одна вертикальная плоскость — *профильная*, которая обозначается ***W***.

Прямоугольное проецирование на одну плоскость проекций

Проецирование точки. Рассмотрим проецирование точки на одну плоскость проекций. Через точку ***A*** на плоскость ***H*** проведен проецирующий луч. В результате пересечения проецирующего луча с плоскостью ***H*** получена проекция точки ***A*** — *a*.



Условия:

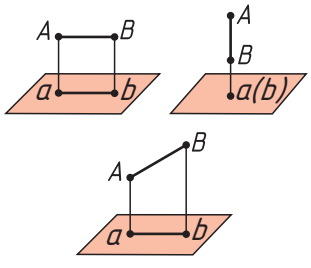
1. Проекция точки на выбранную плоскость проекций всегда есть точка.
2. Любая проецируемая точка имеет только одну проекцию на выбранной плоскости проекций.
3. Проекция точки, лежащей на плоскости проекций, совпадает с самой точкой.

Проиллюстрируйте условия проецирования точки на плоскость проекций.

Проецирование отрезка. Положение отрезка прямой линии в пространстве определяется положением двух ее точек. Поэтому для построения проекций отрезка прямой достаточно построить проекции двух точек, принадлежащих ей, и соединить их между собой.

Условия:

1. Проекция отрезка прямой, полученная при прямоугольном проецировании на плоскость проекций, не может быть больше самого отрезка.
2. Если отрезок прямой параллелен плоскости проекций, то на нее он спроецируется в натуральную величину.
3. Если отрезок прямой перпендикулярен плоскости проекций, то на нее он спроецируется в точку *a*(*b*).
4. Если в пространстве отрезок прямой наклонен к плоскости проекций, то он на нее спроецируется с искажением (т. е. размер проекции отрезка будет меньше действительного).

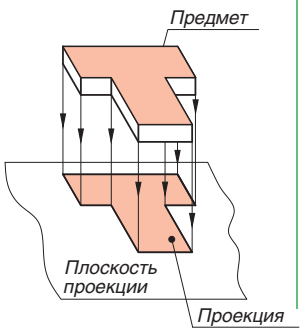


Отрезок прямой проецируется на плоскость в виде точки. Определите его положение по отношению к данной плоскости проекции.

Правообладатель Народная асвета

Проецирование плоского предмета. Проецированием на одну плоскость проекций получают проекции плоских предметов. Чтобы получить проекцию предмета, его располагают параллельно плоскости проекций и через все его вершины проводят мысленно проецирующие лучи по направлению к плоскости проекции до пересечения с ней.

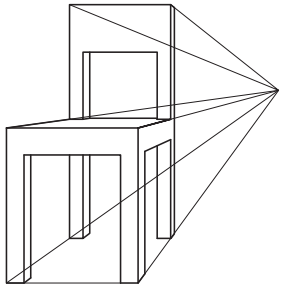
Используя рисунок, сформулируйте принцип проецирования предмета на плоскость проекций.



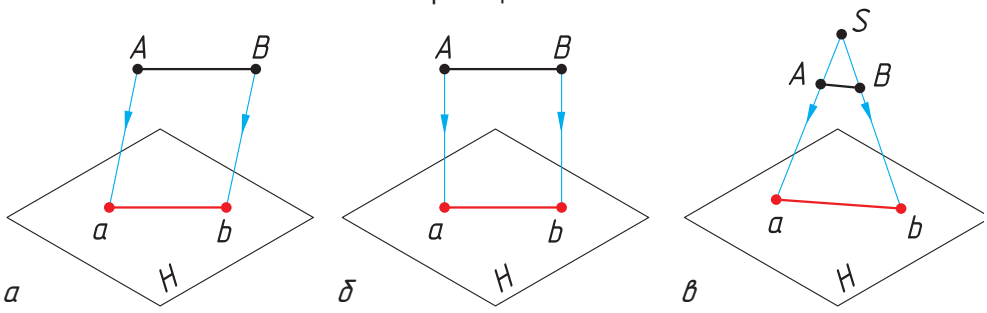
Условия:

1. Проецируемый предмет всегда располагается параллельно плоскости проекций.

2. Проецирующие лучи, проходящие через вершины предмета, всегда перпендикулярны плоскости проекции.



1. Что такое проецирование? Какие бывают виды проецирования?
2. На рисунке изображен стул. Определите, какой вид проецирования здесь применен. Можно ли по данному изображению определить размеры стула?
3. Приведите примеры, где в повседневной жизни можно встретить центральное проецирование.
4. Определите по рисункам ***а, б, в*** виды проецирования точек ***A*** и ***B*** на плоскость проекций ***H***.

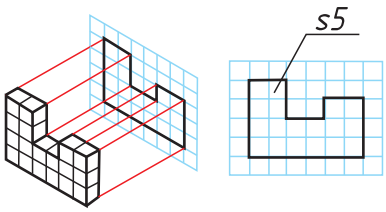


Известно ли вам, что в основу получения фотографий положен принцип центрального проецирования изображения на плоскость? Прародителем фотоаппарата стала знаменитая камера обскура (в переводе с латинского «темная комната»). Изображение, проходя через отверстие в светонепроницаемом ящике, отображается на противоположной стене в перевернутом виде. Первое описание камеры обскуры принадлежит Леонарду да Винчи. Он дал название этому устройству и использовал его для зарисовок пейзажей.

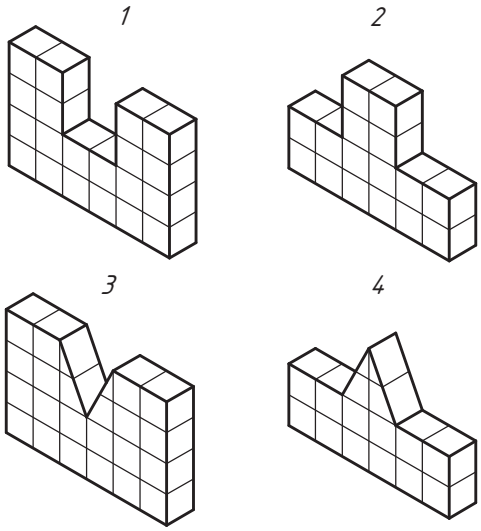
Правообладатель Народная асвета

Практическая работа № 6. Проецирование на одну плоскость проекций

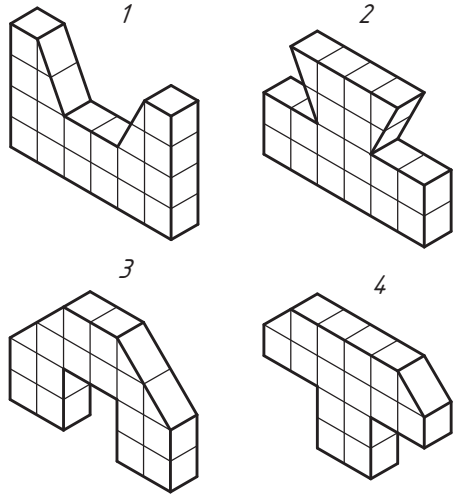
На рисунках показаны наглядные изображения деталей, которые разбиты на модульные кубики (длина ребра кубика 5 мм). В рабочей тетради выполните проекцию каждой предложенной детали в масштабе 2:1 по образцу. Укажите толщину детали.



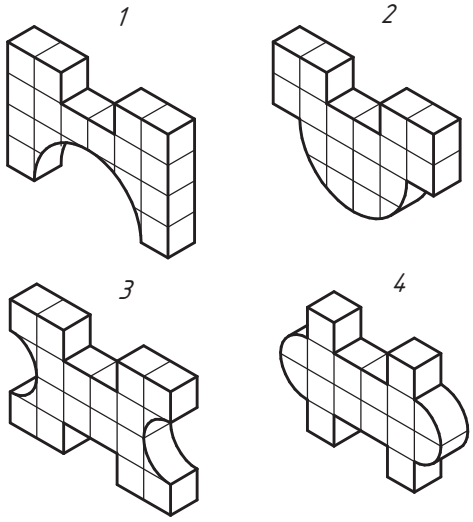
Вариант 1



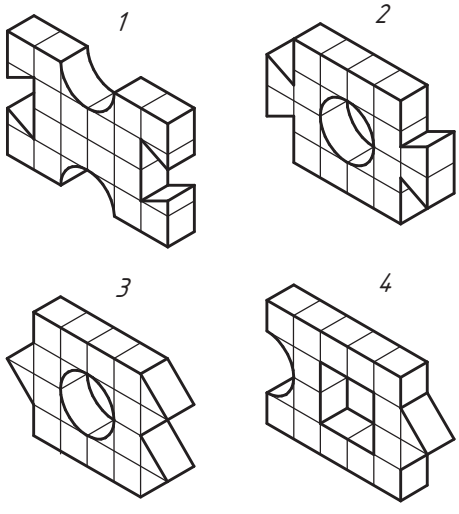
Вариант 2



Вариант 3

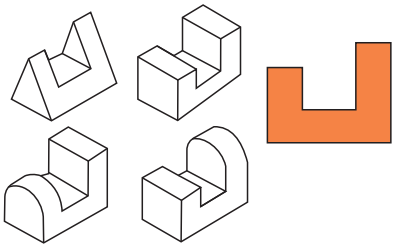


Вариант 4



Правообладатель Народная асвета

§ 12. Прямоугольное проецирование на две плоскости проекций. Метод Монжа



Какой из изображенных предметов соответствует проекции? Свой ответ обоснуйте.

Вы узнаете: принцип проецирования на две плоскости проекций, сущность метода Монжа.

Вы научитесь: выполнять двухпроекционные чертежи предметов.

Одна проекция не всегда однозначно определяет форму изображаемого предмета. Различные по форме предметы могут образовывать одинаковые проекции (см. рис. вверху справа).

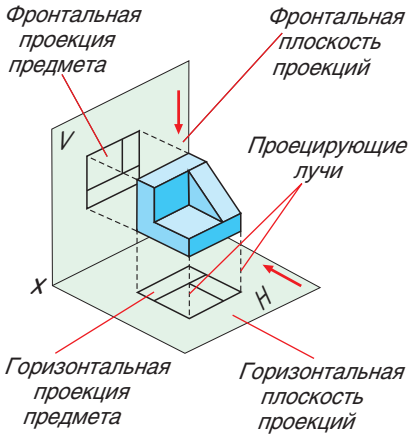


Рис. 42. Проецирование на две плоскости проекций

Проецирование на две плоскости проекций. Для того чтобы получить представление о форме объемного предмета, проецирование выполняют на две плоскости проекций: горизонтальную ***H*** и фронтальную ***V*** (рис. 42).

Плоскости проекций ***H*** и ***V*** в пространстве размещают под прямым углом друг к другу. Линию пересечения этих плоскостей (ее обозначают ***x***) называют осью проекций.

Чтобы получить чертеж предмета на плоскости, обе плоскости ***H*** и ***V*** совмещают в одну. Для этого горизонтальную плоскость проекций поворачивают на угол 90° так, чтобы она совпала с фронтальной плоскостью проекций. Плоскости проекций пересекаются осью проекций ***x*** (рис. 43, ***а***).

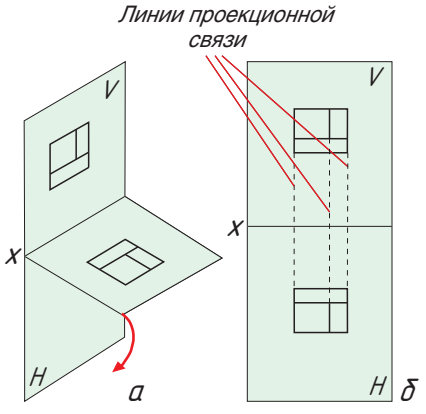


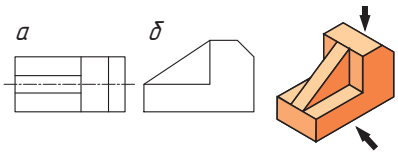
Рис. 43. Расположение проекций

Помните! При построении чертежа горизонтальную проекцию предмета ***H*** всегда располагают под фронтальной ***V*** (рис. 43, ***б***). Соединяют эти проекции линиями проекционной связи, которые являются проекциями проецирующих лучей.

Правообладатель Народная асвета

?

Определите, какая проекция предмета является горизонтальной, а какая фронтальной. Свой ответ объясните.



Прямоугольное проецирование еще называют *ортогональным*. Основоположником ортогонального проецирования считается французский ученый Гаспар Монж (рис. 44). ***Метод Монжа*** — это метод прямоугольного проецирования на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Линия пересечения двух плоскостей проекций называется *осью проекций*. Получаемые при этом ортогональные проекции, помещенные в одну плоскость, образуют *комплексный чертеж*, или *эпюр Монжа*.

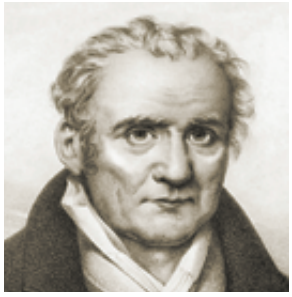


Рис. 44. Гаспар Монж (1746—1818)

Гаспар Монж положил начало развитию науки «Начертательная геометрия». Изложенный Монжем метод ортогонального проецирования на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций был и остается основным методом составления технических чертежей.

Построение двухпроекционного чертежа точки. Рассмотрим пример построения двухпроекционного чертежа точки (*см. Памятку 6, с. 173—174*).

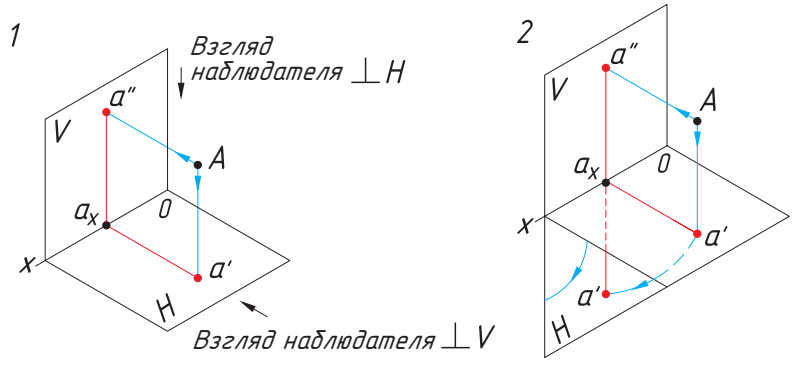
1. Из точки A на плоскости V и H опускают перпендикуляры и получают проекции точки A: a' — горизонтальная проекция и a'' — фронтальная проекция.

2. Мысленно удаляют точку A и поворачивают плоскость H вокруг оси Ox на угол 90° вниз до совмещения с плоскостью V.

3. Проекции a' и a'' расположились на одной прямой $a'a''$. Линия $a'a''$ называется линией проекционной связи.

Помните! Фронтальная и горизонтальная проекции точки всегда находятся на перпендикуляре к оси проекций ox.

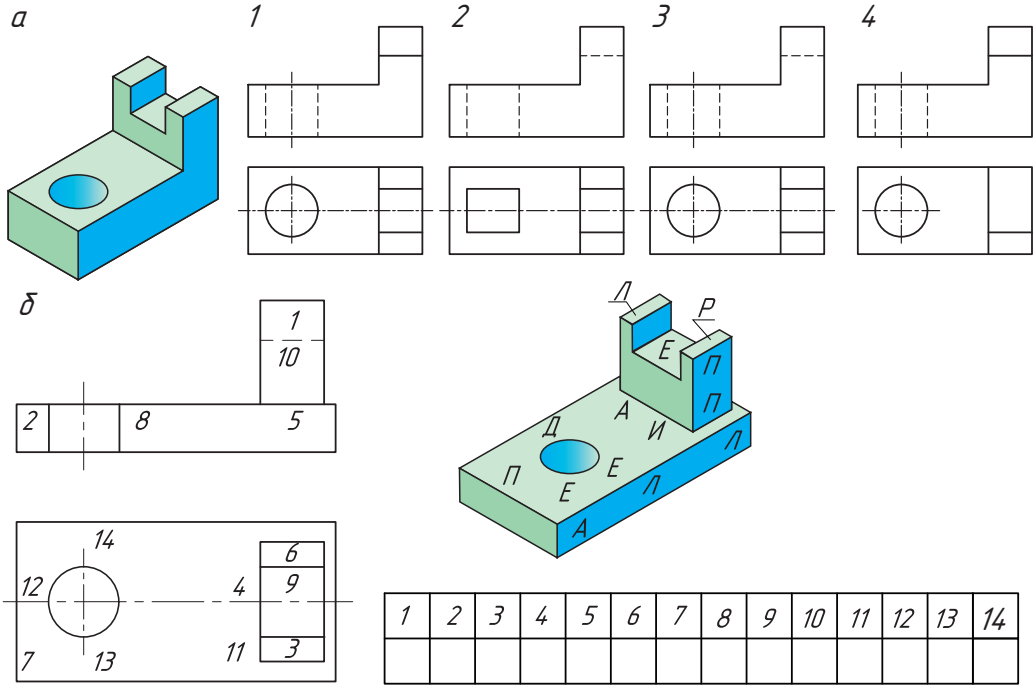
Отрезок $a'a_x$ — расстояние точки A до плоскости V. Отрезок $a''a_x$ — расстояние точки A до плоскости H.



Правообладатель Народная асвета

Основы начертательной геометрии возникли еще в глубокой древности. Греческий геометр Евклид и римский архитектор Витрувий внесли большой вклад в развитие методов построения изображений пространственных форм на плоскости. Бурное развитие архитектуры, живописи и скульптуры в эпоху Возрождения создало условия для развития методов построения изображений пространственных форм на плоскости. В это время вводится целый ряд основных понятий: центральное проецирование, картинная плоскость, дистанция, главная точка, линия горизонта, дистанционные точки и т. д. Одним из первых, кто применял перспективу в своих работах, был итальянский архитектор и ученый Ф. Брунеллески. В трактате по перспективе Леонардо да Винчи приводятся примеры применения перспективных изображений, сведения о воздушной и линейной перспективе и теории светотени. Большой вклад в теорию перспективы внесли Альбрехт Дюрер, Гвидо Убальди, Жерар Дезарг. Но только в 1798 г. французский инженер и ученый Гаспар Монж сформулировал главные элементы теории построения графических изображений.

1. Как называются плоскости проекций ***V*** и ***H*** и как они расположены в пространстве?
2. Как называется чертеж, представленный двумя проекциями?
3. Какие размеры наносят на горизонтальную проекцию предмета?
4. Какой двухпроекционный чертеж соответствует изображенному на рисунке ***а*** предмету?
5. Сопоставьте двухпроекционный чертеж и изображение детали (рис. ***б***) и прочитайте зашифрованное слово.

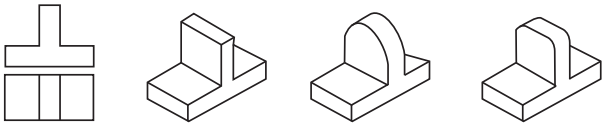


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Правообладатель Народная асвета

§ 13. Прямоугольное проецирование на три плоскости проекций

Какой из изображенных предметов соответствует проекции? Свой ответ обоснуйте.



Вы узнаете: принцип проецирования на три плоскости проекций.

Вы научитесь: проецировать предметы на три плоскости проекций, выполнять трехпроекционные комплексные чертежи.

Проецировать предметы можно не только на две, но и на три взаимно перпендикулярные плоскости; при этом наиболее точно передается форма изображаемого предмета. В этом случае к двум известным вам плоскостям проекций прибавляют еще одну — третью. Эта плоскость перпендикулярна фронтальной и горизонтальной плоскостям проекций и называется *профильной плоскостью проекций*. Она обозначается заглавной латинской буквой ***W***.

Три взаимно перпендикулярные плоскости проекций образуют трехгранный угол (рис. 45). Плоскости проекций пересекаются осями проекций ***x, y, z*** и точкой их пересечения ***O***.

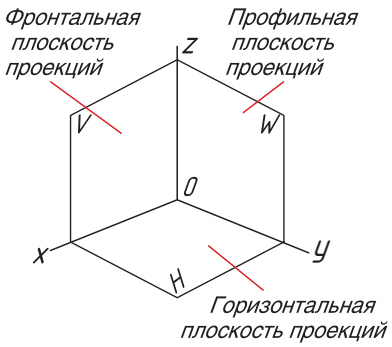


Рис. 45. Три плоскости проекций

Проецирование на три плоскости проекций. В случае, когда для определения формы предметов двух проекций недостаточно, возникает потребность в третьей проекции (профильной) (рис. 46).

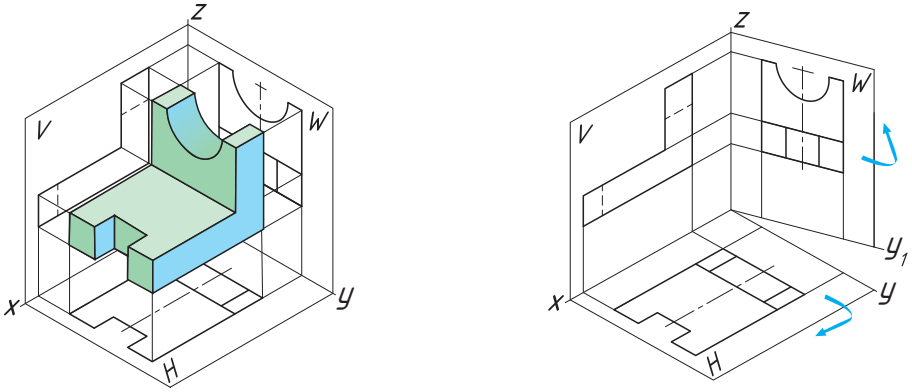
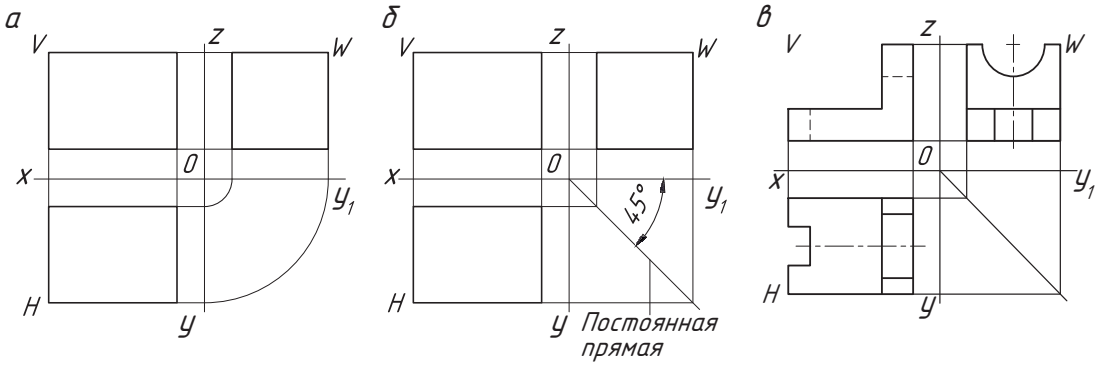


Рис. 46. Проецирование на три плоскости проекций

Правообладатель Народная асвета

Построение третьей проекции. На чертеже перенос линий связи с горизонтальной проекции на профильную (между осями ***y*** и y_1) осуществляется дугами с центром в точке ***O*** при помощи циркуля (рис. ***а***) или с помощью постоянной прямой, проведенной под углом 45° (рис. ***б***).



Помните! На чертеже все три проекции располагают в проекционной связи: горизонтальную проекцию размещают под фронтальной, а профильную — по правую сторону от нее. При этом фронтальная и профильная проекции расположены на одной высоте (рис. ***в***), линии связи перпендикулярны соответствующим осям проекций. По двум проекциям вполне можно определить положение третьей проекции (*см. Памятку 7, с. 175*).

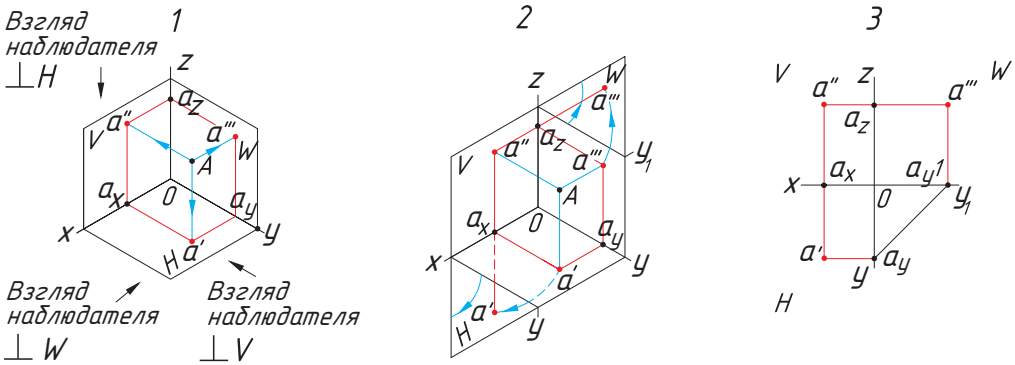
Все проекции находятся в проекционной связи друг с другом. Каким образом можно выполнить построение профильной проекции?

Построение трехпроекционного чертежа точки. Рассмотрим пример построения трехпроекционного чертежа точки.

1. Из точки ***A*** опускают на плоскости ***V***, ***H*** и ***W*** перпендикуляры и получают проекции точки ***A***: ***a′*** — горизонтальная проекция, ***a″*** — фронтальная проекция, ***a‴*** — профильная проекция.

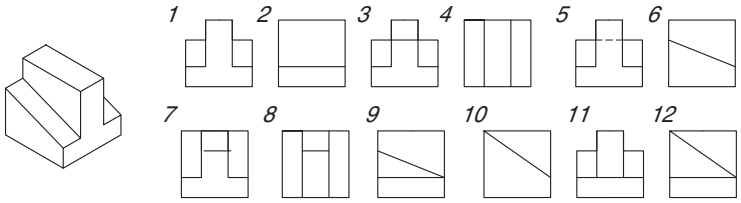
2. Мысленно удаляют точку ***A*** и поворачивают плоскость ***H*** вокруг оси проекций ***x*** до совмещения с плоскостью ***V***. Плоскость ***W*** поворачивают на угол 90° вправо до совмещения с плоскостью ***V***.

3. Проекции ***a′***, ***a″*** и ***a‴*** находятся на линиях проекционной связи.

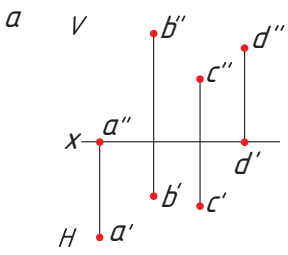


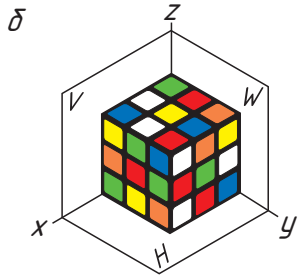
Правообладатель Народная асвета

По наглядному изображению предмета найдите три его проекции.

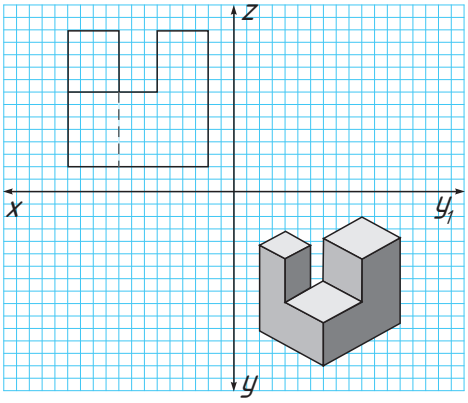


1. Когда возникает необходимость в проецировании детали на три взаимно перпендикулярные проекции?
2. Как расположены относительно друг друга плоскости проекций?
3. На ваш взгляд, какие размеры наносят на фронтальной и профильной проекциях?
4. Объясните, каким образом осуществляется на чертеже проекционная связь.
5. Раскройте алгоритм нанесения размеров на трехпроекционном чертеже.
6. Рассмотрите проекции точек (рис. ***а***) и ответьте на вопросы: сколько точек изображено на чертеже; какая из точек принадлежит фронтальной плоскости проекции ***V***; как расположены точки ***A*** и ***D*** в пространстве; какие точки равноудалены от плоскостей ***V*** и ***H***?
7. Выполните чертеж круга, расположенного параллельно горизонтальной плоскости проекции.
8. Постройте трехпроекционный чертеж кубика Рубика (рис. ***б***).





Используя наглядное изображение предмета и его фронтальную проекцию, постройте горизонтальную и профильную проекции.



Правообладатель Народная асвета

§ 14. Виды чертежа. Расположение видов на чертеже

Что представляет собой проекционная связь? Опишите алгоритм построения трехпроекционного чертежа предмета.

Вы узнаете: что называется видом чертежа, каково количество основных видов и их расположение на чертеже, что такое комплексный чертеж.

Вы научитесь: правильно располагать предмет при построении комплексного чертежа, определять необходимое количество видов предмета.

Вид — изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

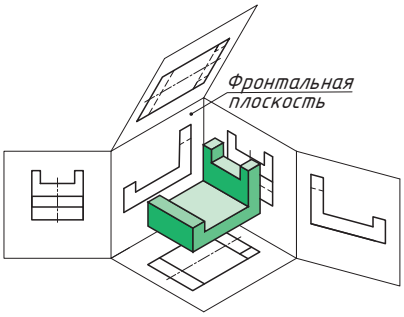


Рис. 47. Основные плоскости проекций

Вы уже знакомы с прямоугольным проецированием предмета на горизонтальную, фронтальную и профильную плоскости проекций. Виды образуются при проецировании предмета на основные плоскости проекций (рис. 47). За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба. Изображаемый предмет располагают внутрь куба. После разворота граней куба получают схему расположения видов на чертеже.

Виды чертежа. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве *главного*. Главный вид должен содержать наибольшую информацию о предмете, его формах, размерах. Предмет необходимо располагать относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Стандарт *ГОСТ 2.305-68 ЕСКД. Изображения — виды, разрезы, сечения* устанавливает шесть основных видов (рис. 48).

1. Вид спереди (главный вид) — располагается на фронтальной плоскости проекций. 2. Вид сверху — на месте горизонтальной плоскости. 3. Вид слева (на месте профильной плоскости). 4. Вид справа. 5. Вид снизу. 6. Вид сзади.

Названия видов зависят от того, с какой стороны рассматривают предмет при проецировании. Основные виды так же, как и проекции, располагаются в проекционной связи.

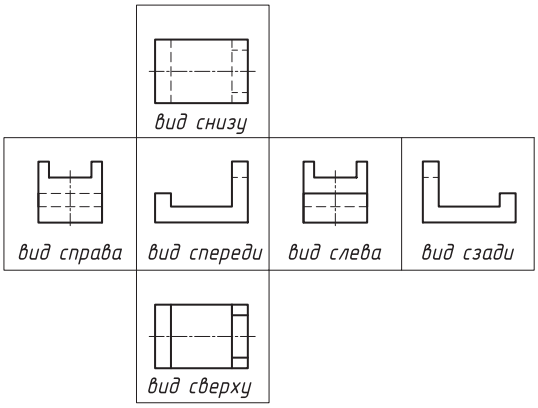
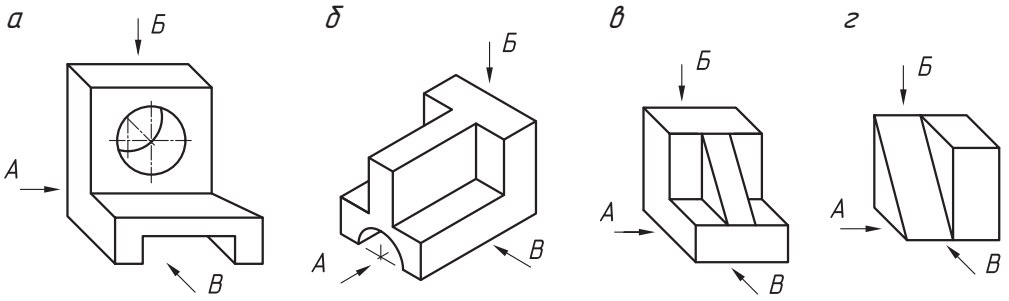


Рис. 48. Расположение основных видов

Правообладатель Народная асвета

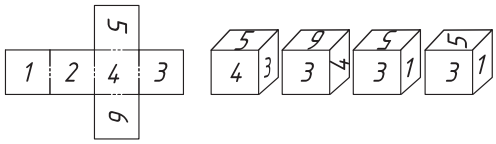
Стрелками А, Б, В показаны направления проецирования. Выберите то направление проецирования, которое должно соответствовать главному виду детали.



Помните! На чертеже выбирается минимальное количество видов изображений, однако оно должно быть достаточным, чтобы дать полное и однозначное представление о внешней и внутренней форме предмета.

Для выбора количества изображений необходимо мысленно расчленить деталь на составляющие ее простые геометрические тела: призмы, пирамиды, конусы, цилиндры и т. п. После анализа формы детали необходимо определить, какие изображения необходимы для полной передачи внешних и внутренних форм этой детали. Для большинства деталей достаточно выполнить два или три вида.

Определите, какой кубик соответствует развертке.



Комплексный чертеж. На плоскости ***V*** располагается фронтальная проекция предмета (вид спереди), на плоскости ***H*** — горизонтальная проекция (вид сверху), на плоскости ***W*** — профильная проекция предмета (вид слева) (рис. 49). Развернув плоскости проекции, получают комплексный чертеж (рис. 50).

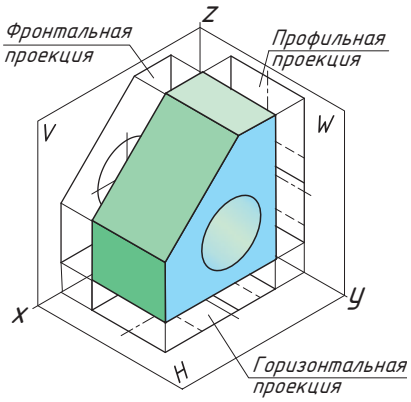


Рис. 49. Комплексный чертеж

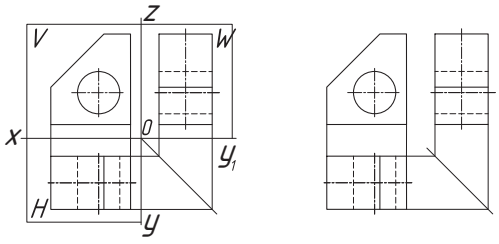


Рис. 50. Образование комплексного чертежа

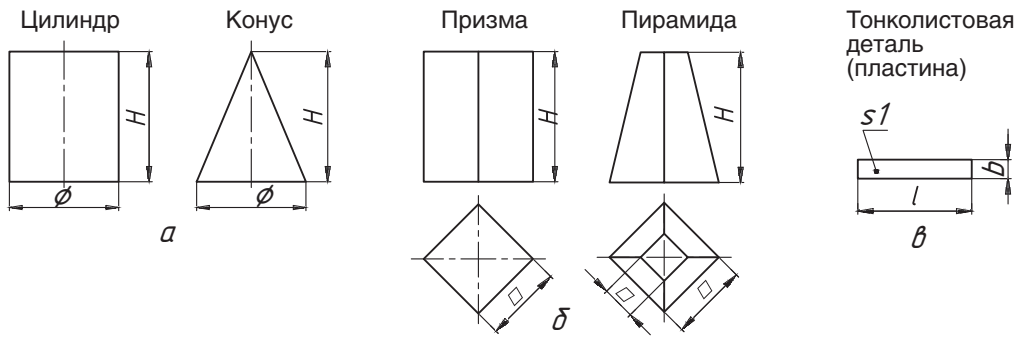
Правообладатель Народная асвета

Комплексный чертеж — изображение предмета на совмещенных плоскостях проекций.

Как вы считаете, любой ли чертеж можно назвать комплексным чертежом? Свой ответ объясните.

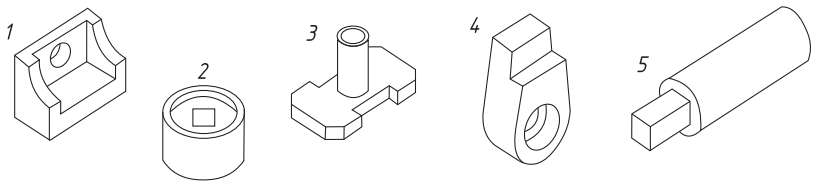
Условности и упрощения на чертежах. Для уменьшения количества изображений предмета используют условные знаки, поставленные у размерного числа:

- знак диаметра ∅ обозначает тело вращения (рис. ***а***);
- знак квадрата □ обозначает форму квадрата (рис. ***б***);
- символ *s* (толщина) заменяет вторую проекцию детали, имеющую форму параллелепипеда (рис. ***в***).



1. Сколько существует основных видов чертежа?
2. Как называются виды чертежа и каково их расположение?
3. Какое изображение на чертеже является главным видом (основным)? В каком положении изображают на нем предмет относительно плоскостей проекций?
4. Что называют комплексным чертежом? Как располагают проекции на комплексном чертеже?
5. Какие условные обозначения при нанесении размеров уменьшают количество изображений на чертеже?

Определите, сколько изображений необходимо для выявления формы деталей. Объясните, какие условные знаки вы будете использовать для сокращения числа видов.

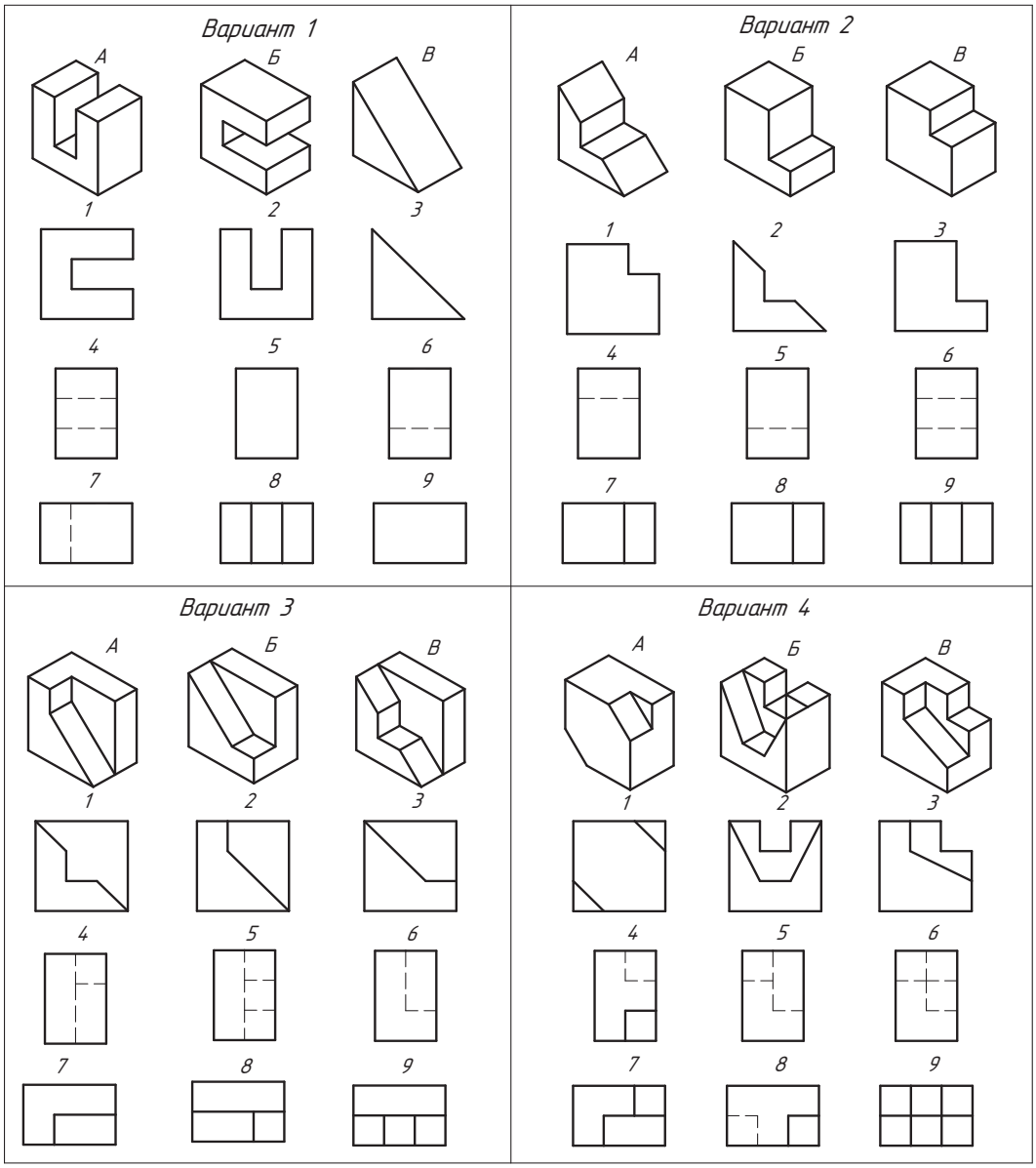


Правообладатель Народная асвета

Практическая работа № 7. Способы проецирования

Рассмотрите рисунок и ответьте на вопросы.

1. Как называются изображения, которые обозначены буквами А, Б, В? 2. Как называются изображения, которые обозначены цифрами 1—9? 3. Назовите виды, которым соответствуют рисунки 1—9. 4. Определите, какому изображению предмета (А, Б, В) соответствует каждый вид (1—9). 5. Перечислите детали, которые имеют наклонные грани. 6. Какое геометрическое тело лежит в основе каждой детали?



Правообладатель Народная асвета

§ 15. Проекции геометрических тел на чертежах

Вспомните из курса геометрии, что называется геометрической фигурой и геометрическим телом. Объясните разницу между ними. Приведите примеры простых геометрических фигур.

Вы узнаете: как образуются геометрические тела, каковы проекции геометрических тел, как проецируются грани и ребра предметов на плоскости проекций.

Вы научитесь: выполнять комплексный чертеж геометрических тел.

Если внимательно посмотреть на окружающие нас предметы, то можно заметить, что почти все они являются знакомыми нам геометрическими фигурами и геометрическими телами (рис. 51).

Используя рисунок 51, определите, какие геометрические тела можно увидеть в природных объектах.

Рис. 51. Формы геометрических тел в природе

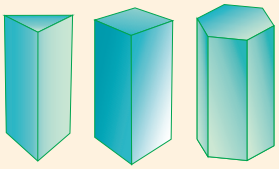
Многогранники — геометрические тела, поверхность которых состоит из конечного числа многоугольников.

Тела вращения — геометрические тела, образованные вращением плоской геометрической фигуры или ее части вокруг оси.

Для того чтобы выполнить чертеж сложной детали, ее нужно мысленно разложить на простые геометрические тела, к которым относятся многогранники и тела вращения.

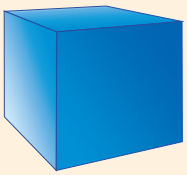
Рассмотрим пять основных геометрических тел — призму, куб, пирамиду, конус, цилиндр.

Призма — многогранник, имеющий два основания (равные и параллельные многоугольники) и боковые грани (четырехугольники).

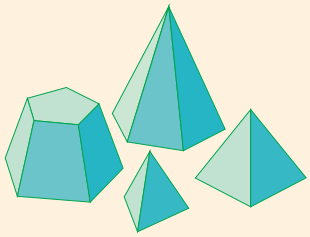


Правообладатель Народная асвета

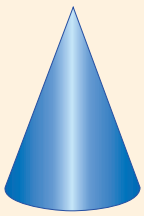
Куб — многогранник, ограниченный шестью квадратами, или правильная прямая четырехугольная призма, в основании которой лежит квадрат.



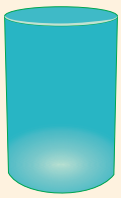
Пирамида — многогранник, у которого основание является многоугольником, а боковые грани представлены треугольниками, имеющими общую вершину.



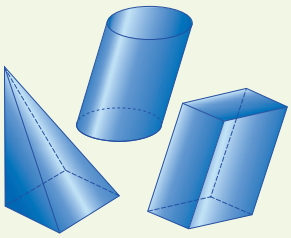
Конус — тело вращения, образованное вращением прямоугольного треугольника вокруг оси, совмещенной с одним из его катетов.



Цилиндр — тело вращения, образованное вращением прямоугольника вокруг оси, совмещенной с одной из его сторон.



Геометрические тела могут быть ***правильными*** и ***неправильными***, ***прямыми*** и ***наклонными***. В основании правильных тел лежат правильные многоугольник или круг, неправильных — неправильные многоугольник или круг. Тела будут прямыми, если их боковые грани перпендикулярны основаниям; наклонными — если не перпендикулярны.



Правообладатель Народная асвета

Геометрические тела состоят из сочетания элементов: оснований; боковых поверхностей; боковых граней, имеющих ребра; образующих; вершин (рис. 52).

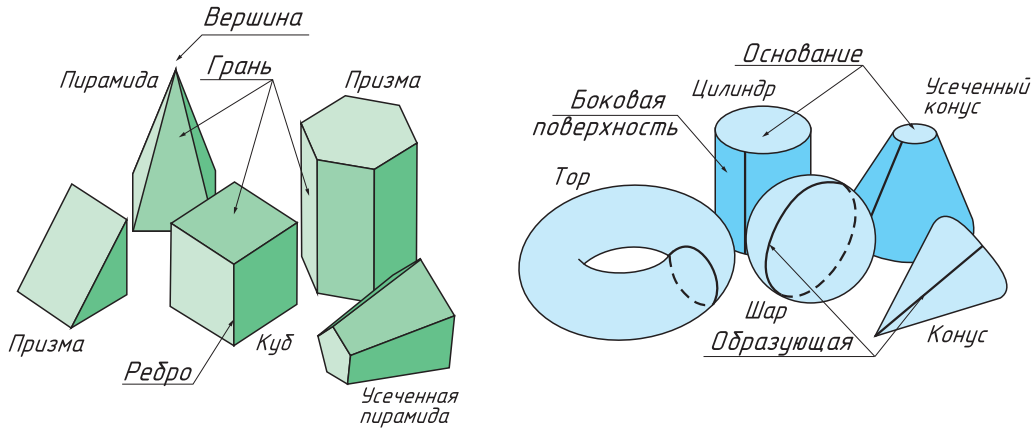


Рис. 52. Элементы геометрических тел: многогранников (слева), тел вращения (справа)

При изображении на чертеже граней и ребер предмета необходимо помнить правила проецирования отрезков и плоскостей предмета (табл. 4).

Таблица 4. **Правила проецирования ребер и граней**

Параллельно плоскости проекций	Перпендикулярно плоскости проекций	Наклонно к плоскости проекций
Грань		
Проецируется в натуральную величину (без искажения формы и размеров)	Проецируется в виде отрезка прямой, равного одному из отрезков грани	Проецируется с искажением размеров (размеры наклонных элементов уменьшаются)
Ребро		
Проецируется отрезком в натуральную величину	Проецируется в точку	Проецируется отрезком с искажением размера (размер изображения ребра уменьшается)

Сформулируйте определения вершины, ребра и грани. Посчитайте, сколько вершин, ребер и граней у шестигранной призмы, трехгранной пирамиды.

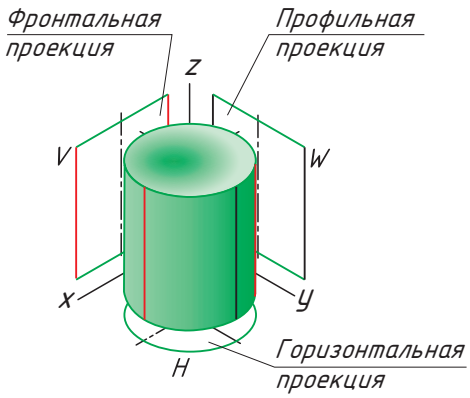
Форма большинства предметов представляет собой сочетание различных геометрических тел или их частей. Следовательно, для чтения и выполнения чертежей нужно знать характерные особенности проекций геометрических тел.

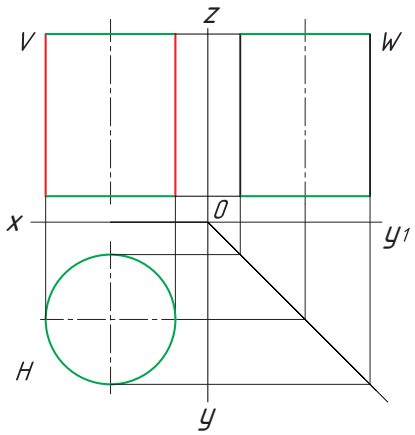
Правообладатель Народная асвета

Вспомните, что называется комплексным чертежом.

Рассмотрим построение комплексных чертежей геометрических тел.

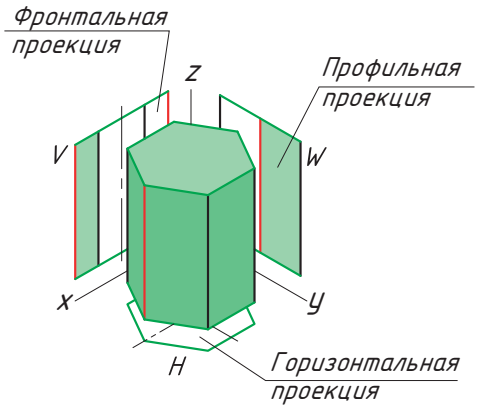
Проецирование цилиндра. Фронтальная и профильная проекция цилиндра представляет собой прямоугольники, а горизонтальная проекция — круг.

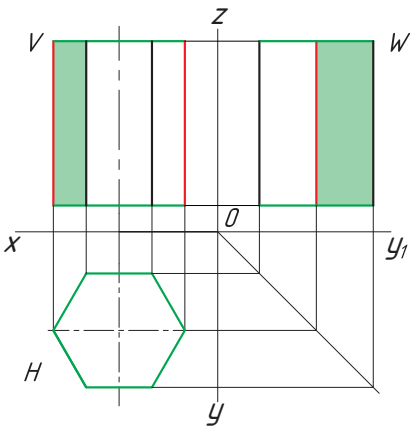




Соотнесите элементы цилиндра на наглядном изображении и на комплексном чертеже. Назовите характерные признаки, которые имеют проекции цилиндра. Достаточно ли будет двух проекций?

Проецирование призмы. Построение комплексного чертежа призмы начинается с построения горизонтальной проекции основания, например с правильного шестиугольника. Фронтальная и профильная проекции призмы — прямоугольники, которые строятся в проекционной связи из вершин шестиугольника. Основание призмы на фронтальной проекции — горизонтальный отрезок, от которого откладывают высоту ребер до верхнего основания.

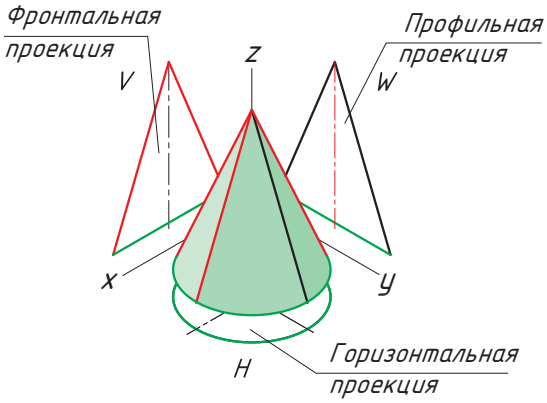


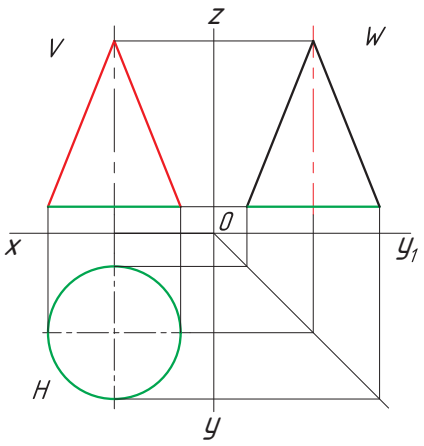


Правообладатель Народная асвета

Как вы считаете, при каких условиях при построении комплексного чертежа призмы можно ограничиться построением двух проекций?

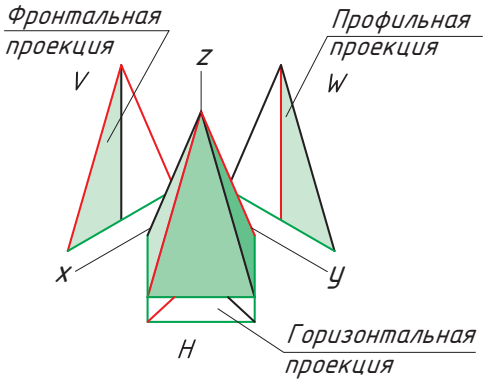
Проецирование конуса. Фронтальная и профильная проекция конуса представляет собой треугольник, а горизонтальная проекция — круг.

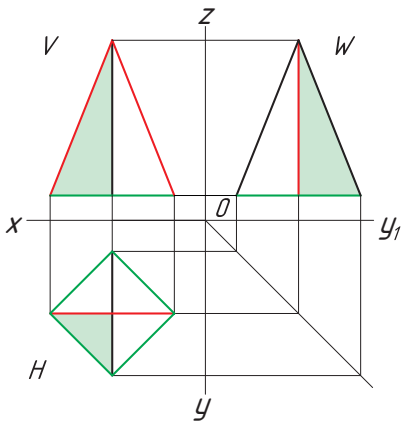




Объясните, какие элементы надо изменить в конусе, чтобы он превратился в цилиндр.

Проецирование пирамиды. Построение комплексного чертежа пирамиды начинается с построения основания, например ромба. Фронтальной и профильной проекцией пирамиды являются равнобедренные треугольники.

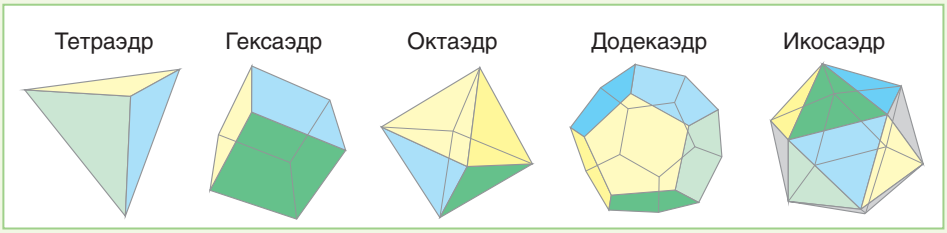




Назовите характерные признаки, по которым пирамида отличается от конуса. Определите, как будут выглядеть проекции треугольной пирамиды.

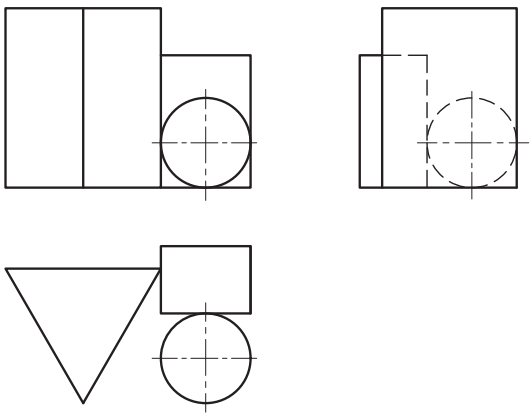
Правообладатель Народная асвета

С давних времен ученых интересовали идеальные или правильные многоугольники, составляющие правильные многогранники. Их завораживала красота, совершенство и гармония этих фигур. Существует множество правильных многоугольников, но правильных многогранников всего пять. Их названия пришли из Древней Греции, и в них указывается число граней: тетра — 4, гекса — 6, окта — 8, додека — 12, икос — 20. Эти правильные многогранники получили название платоновых тел в честь древнегреческого философа Платона, который придавал им мистический смысл. Тетраэдр олицетворял огонь, поскольку его вершина устремлена вверх, как у разгоревшегося пламени; икосаэдр — воду, потому что обтекаемый; гексаэдр (куб) — землю, так как это самая устойчивая фигура; а октаэдр — воздух. В настоящее время эту систему можно сравнить с четырьмя состояниями вещества: твердым, жидким, газообразным и пламенным. Додекаэдр отождествлялся со всей Вселенной и считался главнейшим.



1. Какие геометрические тела называются многогранниками?
2. Что называется вершиной, ребром, гранью многогранника?
3. Объясните, как образуется коническая и цилиндрическая поверхности.
4. Приведите примеры предметов быта, имеющих форму геометрических тел.

Какие геометрические тела изображены на рисунке? Есть ли среди них тела вращения? Назовите их. Какое геометрическое тело расположено ближе всех к нам? Какие геометрические тела касаются друг друга?

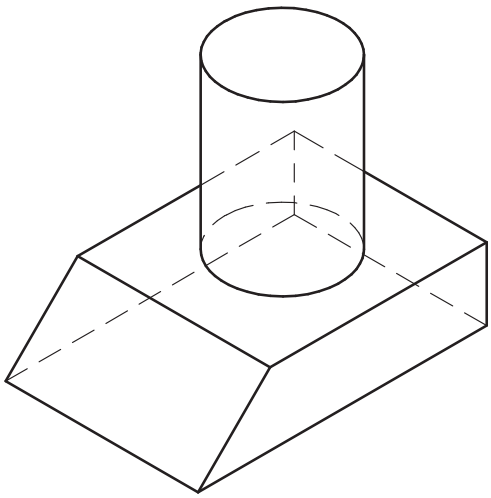


Правообладатель Народная асвета

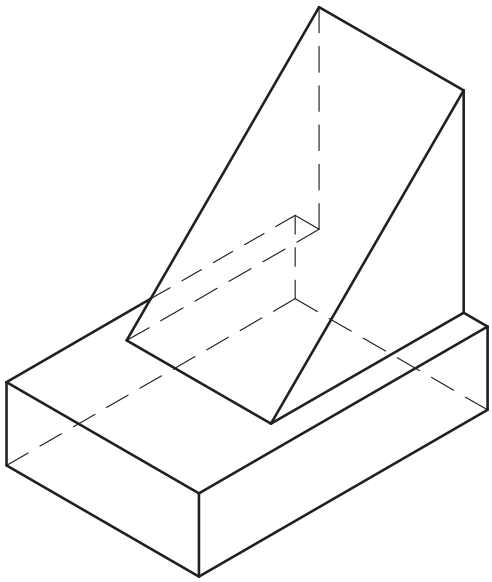
Практическая работа № 8. Проецирование геометрических тел

Выполните на формате А4 комплексный чертеж модели в масштабе 1:1. Из каких геометрических тел состоит деталь, изображенная на рисунке? Какое количество граней детали параллельно основным плоскостям проекций?

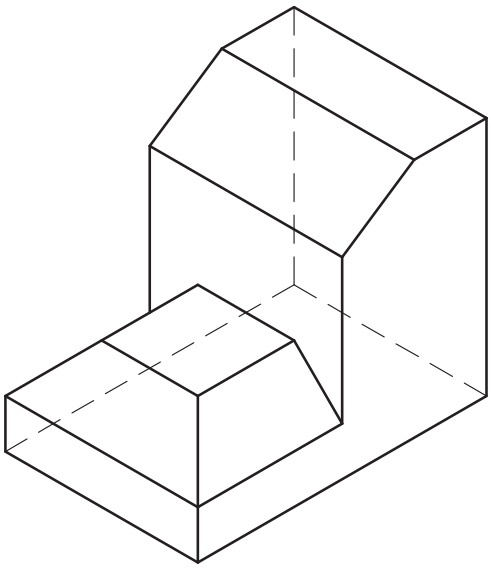
Вариант 1



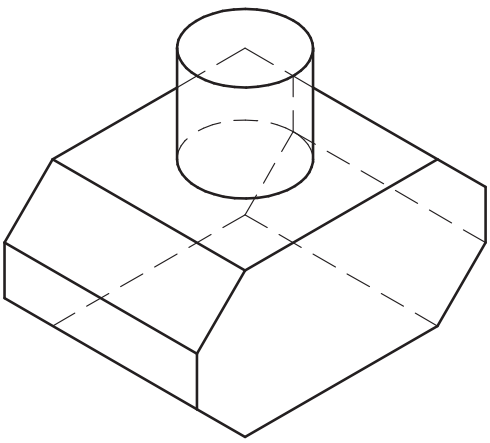
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Правообладатель Народная асвета

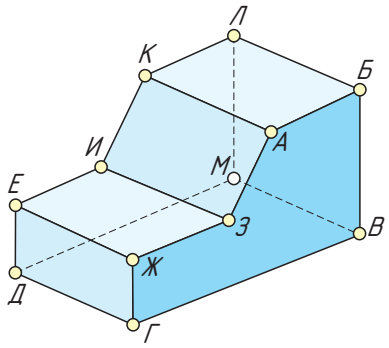
§ 16. Проекции точек на поверхностях геометрических тел

Как проецируется точка на плоскость проекции? Каким образом проецируются отрезки и плоские фигуры по отношению к плоскостям проекций?

Вы узнаете: каким образом спроецировать точку, находящуюся на поверхности предмета.

Вы научитесь: выполнять проецирование точек, находящихся на поверхностях геометрических тел.

Вы уже знаете, как построить проекции предмета или объекта. Часто при изготовлении изделий необходимо по заданным проекциям определить геометрическую форму предметов и их частей. Предмет можно рассматривать как комбинацию различных геометрических элементов: вершин, ребер, граней и т. д.



Укажите количество вершин, ребер и граней изображенного предмета.

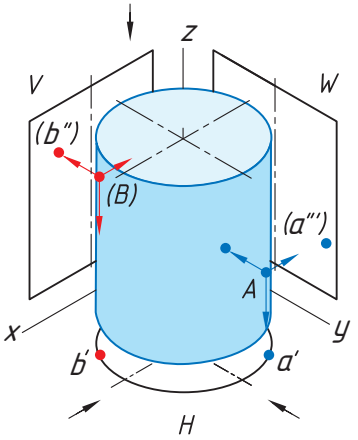
Для точного построения изображений ряда деталей необходимо уметь находить проекции отдельных точек. Чтобы построить проекции точки, принадлежащей поверхности геометрического тела, необходимо понять, на какой поверхности или на каком элементе поверхности (ребре, вершине, грани) находится эта точка. Представив любую деталь как совокупность геометрических тел, можно легко найти проекцию точки.

Рассмотрим проекции точки на геометрических телах.

Проецирование точек на поверхности цилиндра

Последовательность проецирования точек

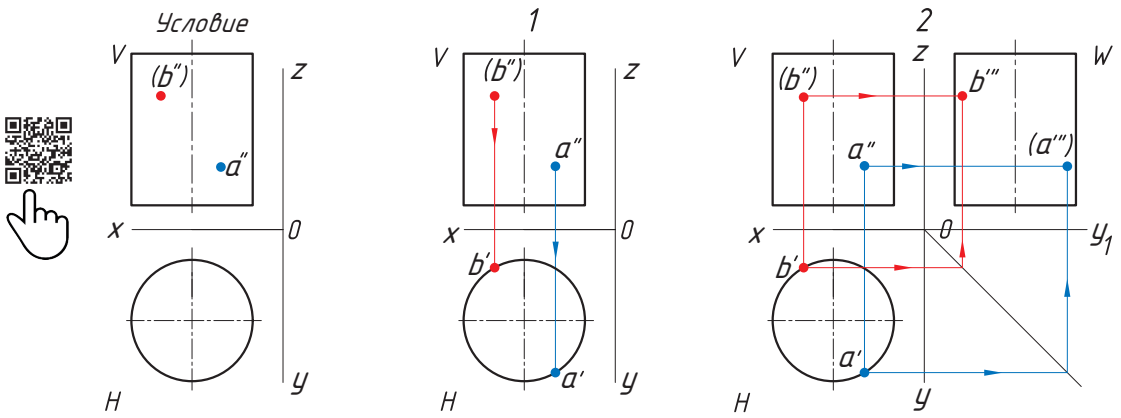
Заданы фронтальные проекции a'' и b'' точек A и B, лежащие на боковой поверхности цилиндра. Проекция a'' находится на видимой части поверхности цилиндра (на плоскости V показана без скобок), b'' находится на невидимой части поверхности цилиндра (на плоскости V показана в скобках).



1. Находят горизонтальные проекции точек a' и b'. Так как горизонтальная проекция боковой проекции цилиндра отображается в виде круга, то проекции точек a' и b' будут находиться на нем. Для их нахождения проводят вертикальные линии связи из проекций точек a'' и b'' до пересечения с окружностью.

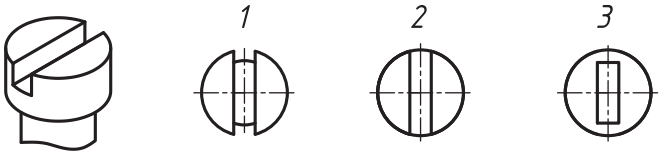
Правообладатель Народная асвета

2. Проекции точек ***a'''*** и ***b'''*** находят на пересечении линий проекционной связи.



Направление взгляда на плоскости проекций ***H***, ***W*** помогает определить видимость проекций точек на горизонтальной и профильной плоскости проекций. Например, проекции ***a'*** и ***b'*** на плоскости ***H*** видны. Проекция ***a'''*** на плоскости ***W*** не видна (показана в скобках), проекция ***b'''*** видна (показана без скобок).

Определите, какая из горизонтальных проекций на рисунке является проекцией наглядного изображения головки винта.

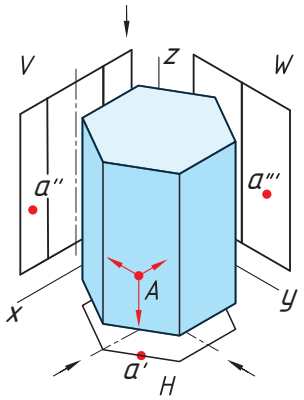


Проецирование точек на поверхности призмы

Последовательность проецирования точек

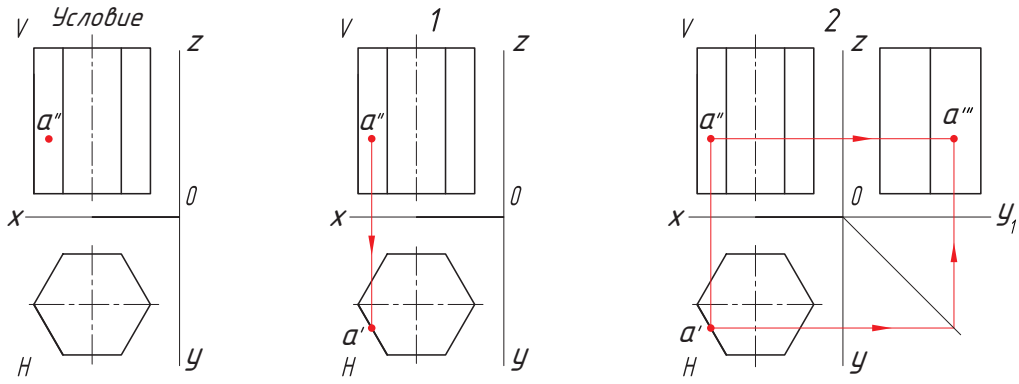
Задана фронтальная проекция ***a''*** точки ***A***, лежащая на боковой поверхности шестигранной призмы.

1. Находят горизонтальную проекцию точки ***a'***. Для ее нахождения проводят вертикальную линию связи из проекции точки ***a''*** до пересечения с шестиугольником (горизонтальная проекция призмы).



Правообладатель Народная асвета

2. Проекцию точки a''' находят на пересечении линий проекционной связи.

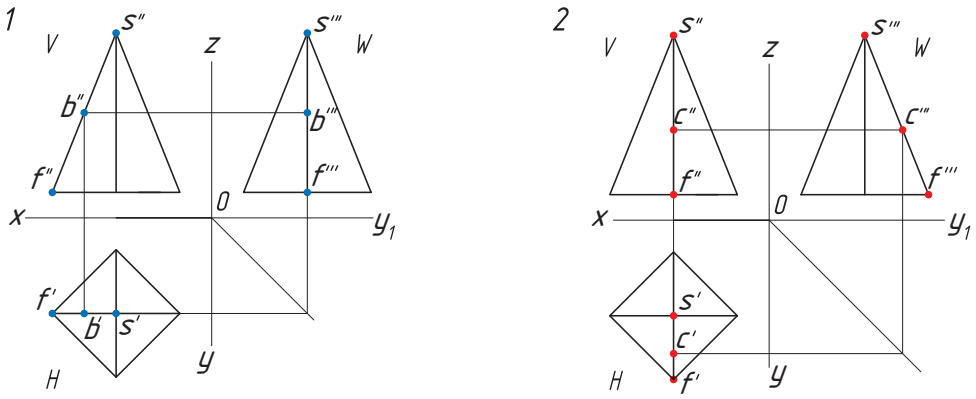


Опишите последовательность проецирования точки, находящейся на ребре призмы. Выполните это построение.

Проецирование точек на поверхности пирамиды

Построение проекции точки, лежащей на ребре

Если точка находится на ребре предмета, то сначала необходимо выполнить проекцию ребра, а затем при помощи линий проекционной связи найти проекции точки, лежащей на ребре.



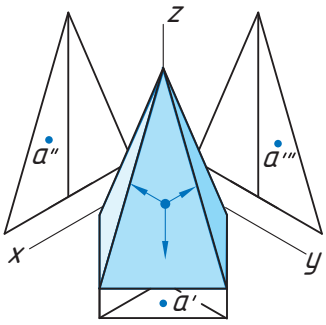
Как вы считаете, можно ли таким способом спроецировать точку, находящуюся не на ребре, а на грани четырехгранной пирамиды? Свои предположения проверьте на практике.

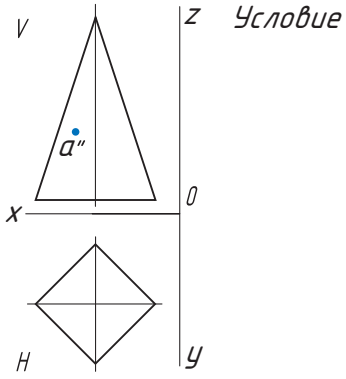
Общий метод определения точки, лежащей на поверхности геометрического тела, заключается в следующем: через точку на поверхности проводят вспомогательную прямую, проекции которой легко определяются на данной поверхности.

Правообладатель Народная асвета

Построение проекции точки, лежащей на грани

Задана фронтальная проекция ***a″*** точки ***A***, лежащая на боковой поверхности четырехгранной пирамиды.



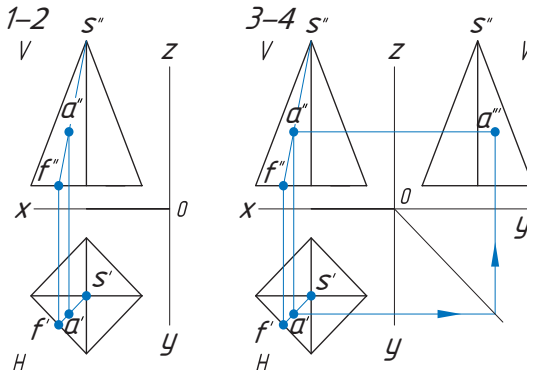


Проекции точек можно определить несколькими способами. Рассмотрим каждый из них.

Способ I.

1. Находят горизонтальную проекцию точки ***a′***: вспомогательной прямой соединяют заданную проекцию точки ***a″*** с проекцией вершины пирамиды ***s″*** и продлевают ее до пересечения с основанием в точке ***f″***.

2. Проводят вертикальную линию связи из проекции ***f″*** до пересечения с основанием на плоскости ***H*** в точке ***f′***.



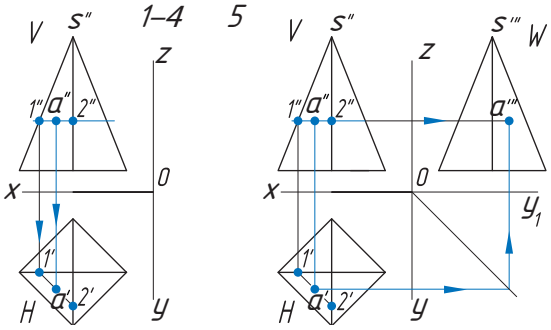
3. Точку ***f′*** соединяют с вершиной пирамиды ***s′***. На нее проводят вертикальную линию связи из проекции ***a″*** до пересечения в точке ***a′***.

4. Проекции точки ***a‴*** находят на пересечении линий проекционной связи.

Способ II.

1. Через проекцию ***a″*** точки ***A*** проводят вспомогательную прямую и получают точки пересечения с ребрами пирамиды ***1″*** и ***2″***.

2. Опустив из точки ***1″*** вертикальную линию связи до пересечения с соответствующим ребром на плоскости ***H***, получают горизонтальную проекцию точки ***1′***.



Правообладатель Народная асвета

3. Для нахождения проекции $2'$ проводят из точки $1'$ вспомогательную прямую, параллельную основанию до пересечения с ребром.

4. Горизонтальную проекцию a' определяют, опустив вертикальную линию связи из точки a'' до пересечения со вспомогательной прямой $1'2'$.

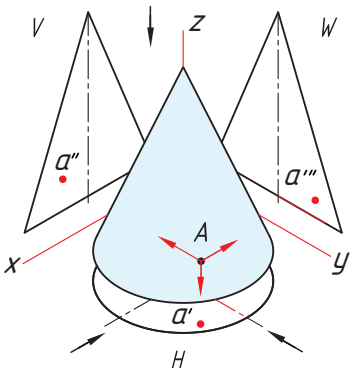
5. Проекцию точки a''' находят на пересечении линий проекционной связи.

На ваш взгляд, изменится ли положение проекции точки, если вспомогательную прямую провести не параллельно, а наклонно к горизонтальной плоскости?

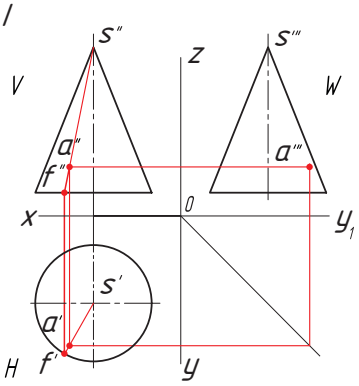
Проецирование точек на поверхности конуса. На поверхности конуса проекции точек можно также определить двумя способами.

Способ I заключается в определении проекций точки с помощью вспомогательной линии — образующей, расположенной на поверхности конуса и проведенной через точку A.

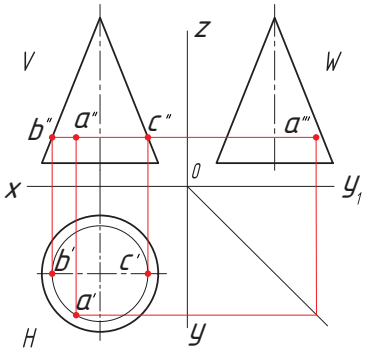
В способе II через точку A проводят вспомогательную плоскость, которая пересечет конус по окружности, расположенной в плоскости, параллельной основанию конуса.



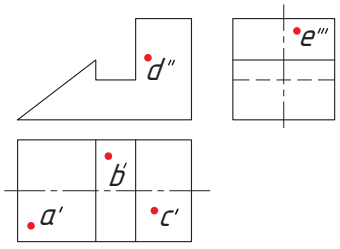
Способ I



Способ II



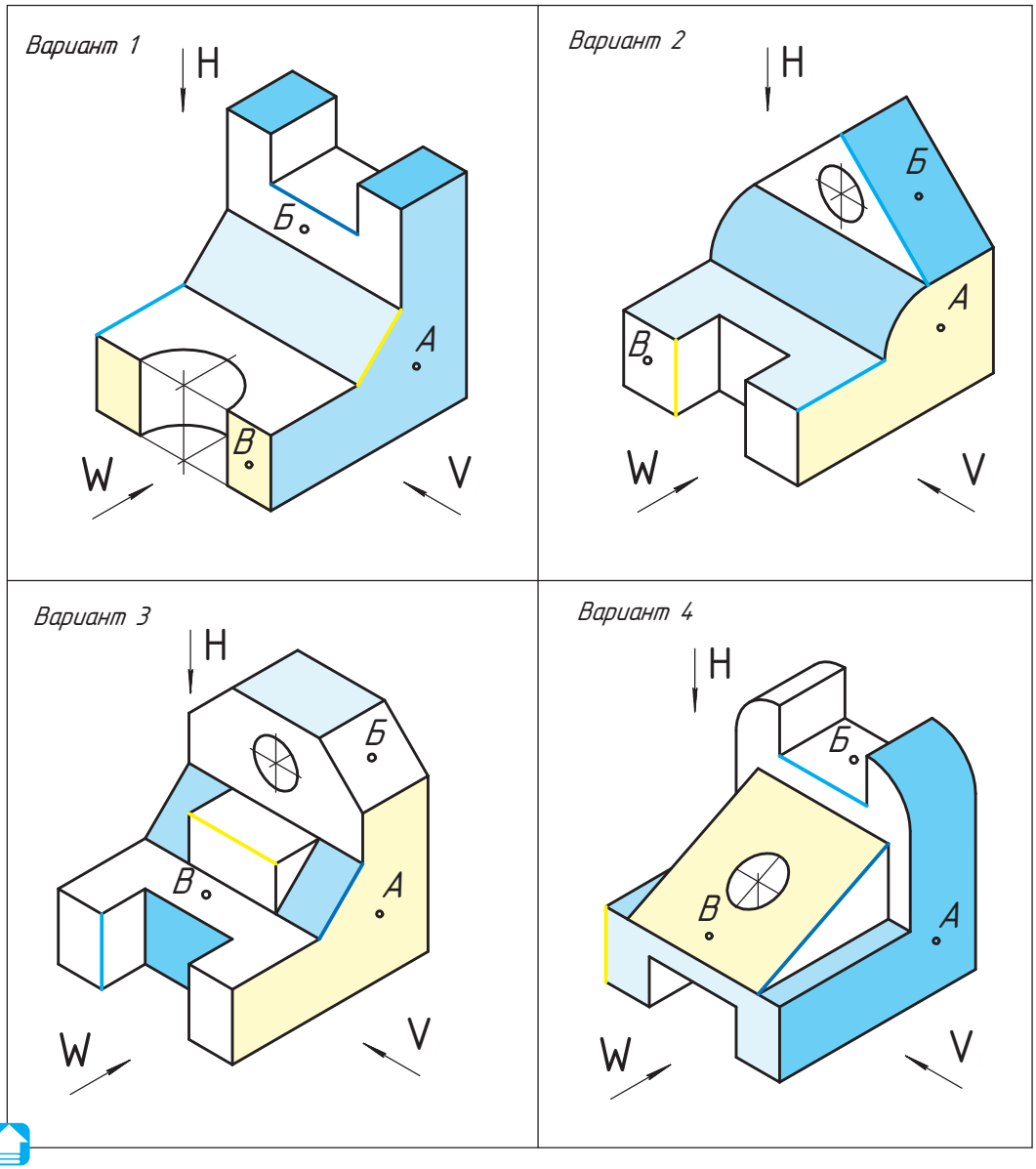
1. Для каких геометрических тел проекции используют вспомогательную плоскость при нахождении проекции точек?
2. Под каким углом проводят постоянную прямую чертежа?
3. Используя рисунок, ответьте на вопрос: какая из точек ближе к горизонтальной плоскости проекций?
4. В рабочей тетради постройте недостающие проекции точек a—e.



Правообладатель Народная асвета

Практическая работа № 9. Построение проекций точек на поверхности детали

В рабочей тетради выполните чертеж детали в трех проекциях по произвольным размерам с соблюдением пропорций. На построенных трех видах выделите цветом грани, ребра и покажите расположение точек *А*, *Б* и *В*.

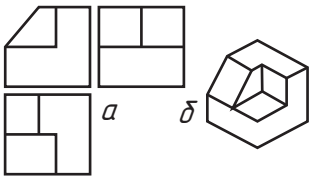


Графическая работа № 4. Проекционное черчение *(см. Приложения, с. 165)*

Правообладатель Народная асвета

§ 17. Основные положения аксонометрического проецирования

*Сравните изображения **а** и **б**. На каком из них лучше видна форма предмета? Свой ответ объясните.*



Вы узнаете: что такое аксонометрия, какие бывают виды аксонометрических проекций, как построить аксонометрические оси.

Вы научитесь: строить аксонометрические оси различными способами.

Проецирование предмета на плоскости проекций дает нам представление о форме самого предмета только с одной стороны. Чтобы получить представление о форме предмета в целом, нужно проанализировать и сравнить между собой отдельные его проекции. Предмет можно спроецировать на плоскость проекций таким образом, чтобы на созданном изображении было видно сразу несколько его сторон. Полученное таким образом изображение называется *наглядным*. Его используют для реализации технического замысла автора при выполнении проектирования и конструирования разных объектов (рис. 53).

Для получения наглядного изображения предмета используют аксонометрическую проекцию (рис. 54).

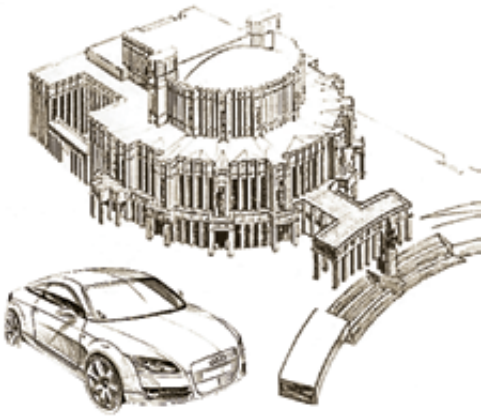


Рис. 53. Наглядные изображения Большого театра Беларуси и автомобиля

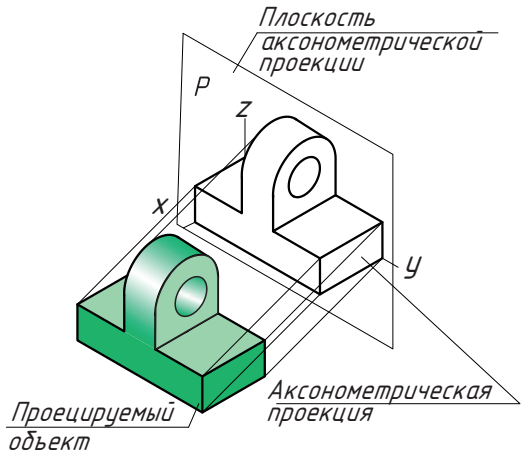


Рис. 54. Аксонометрическая проекция

Аксонометрическая проекция — это изображение, полученное при параллельном проецировании предмета вместе с осями прямоугольных координат на произвольную плоскость.

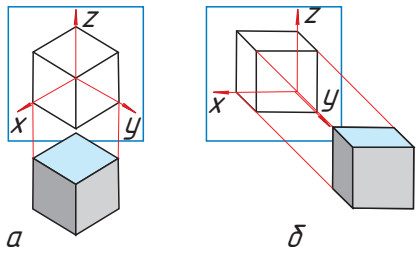
Правообладатель Народная асвета

Слово аксонометрия — греческое. В переводе оно означает «измерение по осям» (аксон — ось, метрео — измеряю).

Проецируемый предмет располагают относительно координатных осей ***x***, ***y***, ***z*** и вместе с ними проецируют его на произвольную плоскость. Эта плоскость называется *плоскостью аксонометрических проекций*. Проекции координатных осей называются *аксонометрическими осями* (см. рис. 54).

Виды аксонометрических проекций. Аксонометрическое изображение предмета получается *прямоугольным (**а**)* и *косоугольным (**б**)* проецированием.

Проецирующие лучи в прямоугольной аксонометрической проекции перпендикулярны плоскости проекции. К прямоугольным аксонометрическим проекциям относятся изометрическая и диметрическая проекции.



Проецирующие лучи в косоугольной аксонометрической проекции направлены под углом к плоскости проекций. К косоугольным аксонометрическим проекциям относятся фронтальная изометрическая, горизонтальная изометрическая и фронтальная диметрическая проекции.

Какой вид аксонометрической проекции (прямоугольную или косоугольную) вы будете использовать для наглядного изображения объекта? Свой выбор объясните.

Коэффициент искажения. Все виды аксонометрических проекций характеризуются двумя параметрами: направлением аксонометрических осей и коэффициентами искажения по этим осям.

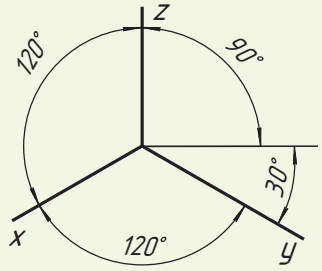
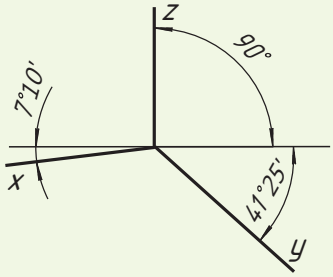
Коэффициент искажения (k) — отношение аксонометрической единицы измерения к натуральной.

В зависимости от расположения координатных аксонометрических осей относительно аксонометрических проекций получаются различные аксонометрические проекции: прямоугольная изометрическая проекция (сокращенно — изометрия), прямоугольная диметрическая проекция (или диметрия), косоугольные фронтальная и горизонтальная изометрия и фронтальная диметрия.

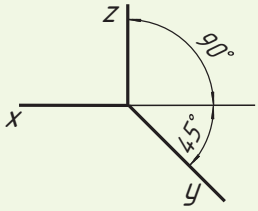
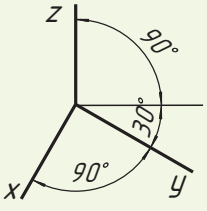
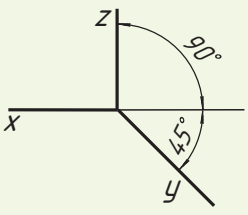
Например, в прямоугольной изометрической проекции оксонометрические оси располагаются по отношению друг к другу под углом 120°.

Правообладатель Народная асвета

Коэффициенты искажения различны в изометрических и диметрических аксонометрических проекциях. В изометрической проекции коэффициент (k) равен единице, т. е. по осям x, y, z выполняют проекцию без искажения. Диметрическая проекция выполняется с коэффициентом искажения (k) по оси y, равным 0,5, а по осям z и x — равным единице.

Прямоугольная изометрия $k_x = k_y = k_z = 1$	**Прямоугольная диметрия** $k_x = k_z = 1;\ k_y = 0{,}5$
	

Изометрия переводится как равное измерение по осям, а *диметрия* — двойное измерение.

Косоугольная фронтальная изометрия $k_x = k_y = k_z = 1$	**Косоугольная горизонтальная изометрия** $k_x = k_y = k_z = 1$	**Косоугольная фронтальная диметрия** $k_x = k_z = 1;\ k_y = 0{,}5$
		

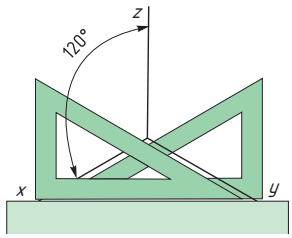
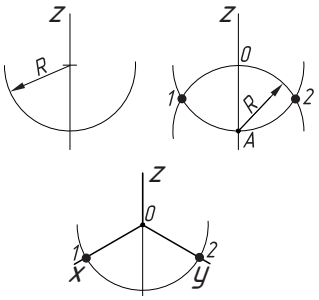
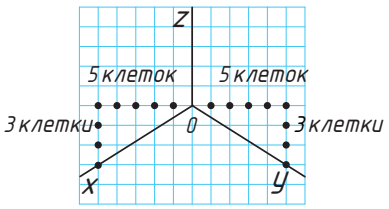
В зависимости от величины коэффициента искажения выделяют также триметрические аксонометрические проекции (коэффициенты искажения по всем осям разные).

Объясните, в чем отличие изометрической проекции от диметрической.

Наиболее распространенными являются прямоугольная изометрическая (прямоугольная изометрия) и косоугольная фронтальная диметрическая (фронтальная диметрия) проекции, в которых объект изображается в трех проекциях так, чтобы можно было хорошо увидеть его форму с трех сторон.

Правообладатель Народная асвета

Способы построения аксонометрических осей. При построении аксонометрических осей прямоугольной изометрии используют один из трех способов.

1-й способ (при помощи угольников)	2-й способ (при помощи циркуля)	3-й способ (по клеткам в тетради)
		

Правила построения аксонометрических проекций

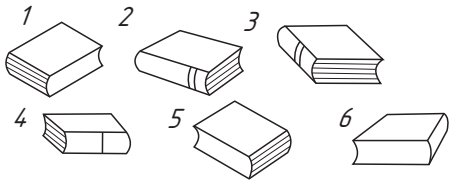
1. Длина откладывается по оси x, высота — по оси z, ширина — по оси y.

2. Все измерения выполняются только по аксонометрическим осям или прямым, параллельным им.

3. Все прямые линии, параллельные друг другу или осям x, y, z, на комплексном чертеже в аксонометрических проекциях остаются параллельными между собой и соответствующим аксонометрическим осям.

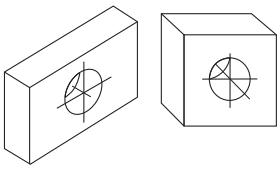
В начале 80-х гг. XX в. в компьютерных играх стала активно применяться изометрическая проекция. Это быстрая и эффективная симуляция трехмерного пространства, которая дает иллюзию глубины без большого количества дорогостоящих вычислений. Раньше большинство игр имели вид сверху или вид сбоку. Первыми играми, которые использовали изометрию, были Zaxxon и Qbert. Сейчас, несмотря на развитие 3D-технологий, игры с изометрическим видом все еще очень популярны, особенно ролевые и стратегии.

1. Дайте определение аксонометрической проекции.
2. В чем преимущество аксонометрической проекции перед комплексным чертежом?
3. Расскажите, как отличить аксонометрическое изображение предмета, выполненное в диметрической проекции, и того же предмета, выполненное в изометрической.
4. Как по клеткам отложить угол 30°?
5. Из предложенных наглядных изображений книги выберите прямоугольную диметрическую и прямоугольную изометрическую проекции.



Правообладатель Народная асвета

§ 18. Построение аксонометрических проекций плоских фигур и окружностей



Как вы считаете, в каких случаях предмет целесообразно изображать во фронтальной диметрии?

Вы узнаете: как выполняется построение аксонометрических проекций плоских фигур и окружностей.

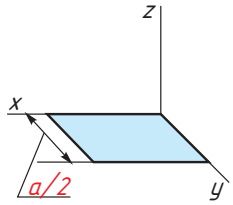
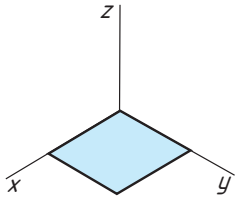
Вы научитесь: строить фронтальную диметрию и прямоугольную изометрию плоских фигур, выполнять прямоугольную изометрию окружности.

Построение аксонометрических проекций мы начнем с построения аксонометрических проекций плоских геометрических фигур. Знание приемов построения плоских фигур (квадрата, треугольника, прямоугольника, круга) необходимо для построения аксонометрических проекций геометрических тел, предметов и т. д.

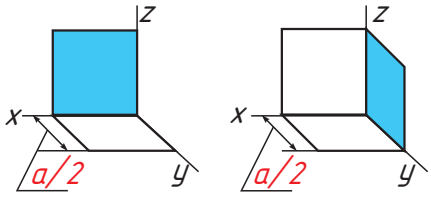
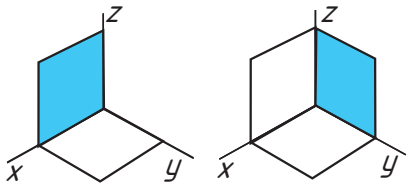
Плоская фигура — фигура, все точки которой находятся в одной плоскости.

В качестве примера рассмотрим алгоритм построения аксонометрической проекции квадрата. По такому же алгоритму строятся аксонометрические проекции других плоских многоугольников.

Построение аксонометрических проекций квадрата

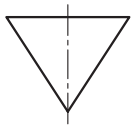
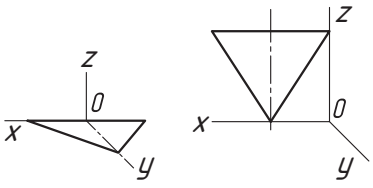
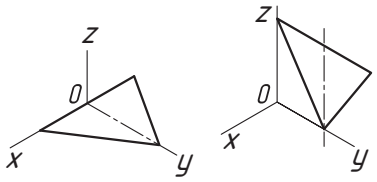
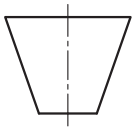
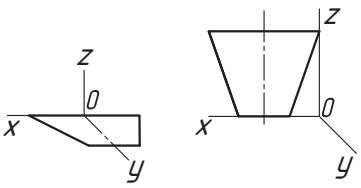
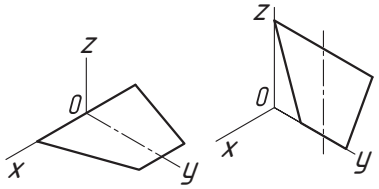
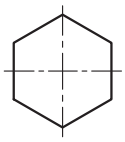
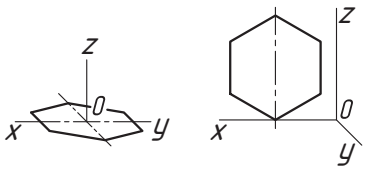
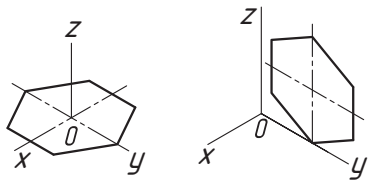
Фронтальная диметрия	**Прямоугольная изометрия**
1. Построение горизонтальной проекции квадрата. Вдоль оси x откладывают отрезок a, равный стороне квадрата	
	
Вдоль оси y откладывают отрезок, равный величине стороны квадрата, умноженной на коэффициент искажения ($k = 0{,}5$). Через полученные засечки проводим отрезки, параллельные осям x и y	Вдоль оси y откладывают отрезок, равный величине стороны квадрата. Через полученные засечки проводим отрезки, параллельные оси x и y

Правообладатель Народная асвета

Фронтальная диметрия	Прямоугольная изометрия
2. Построение фронтальной и профильной проекций квадрата в натуральную величину ($k = 1$) с учетом горизонтальной проекции	
	

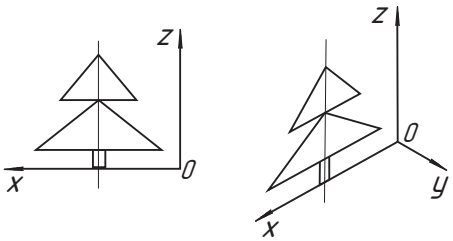
На основе алгоритма построения квадрата постройте аксонометрические проекции прямоугольного треугольника. Какая сторона треугольника будет проецироваться с искажением во фронтальной диметрии?

Построение аксонометрических проекций плоских фигур

Плоская фигура	Фронтальная диметрия	Прямоугольная изометрия
		
		
		

Правообладатель Народная асвета

Постройте аксонометрические проекции елки. Какие плоские фигуры составляют изображение? Какой плоскости проецирования елка параллельна?



Кроме многоугольников, к плоским фигурам относят и окружности. В изометрической проекции окружность проецируется в замкнутую кривую линию — *эллипс* (рис. 55). Для его построения пользуются лекалами, поэтому эллипсы называют лекальными кривыми. Прием построения эллипса сложный и требует длительной работы, поэтому для упрощения построений эллипсы заменяют овалами.

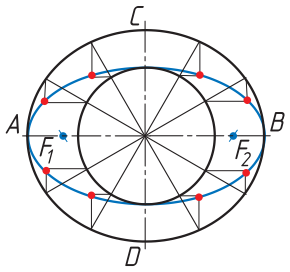


Рис. 55. Эллипс

Овал — замкнутая кривая, состоящая из четырех дуг окружностей, плавно переходящих друг в друга (рис. 56).

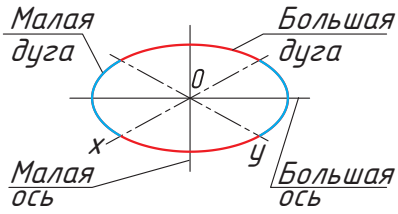
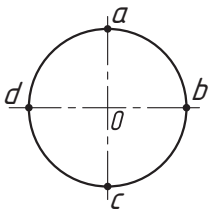


Рис. 56. Овал

Для удобства построения овала в аксонометрической проекции сначала изображают аксонометрическую проекцию квадрата, построение которой вам уже известно.

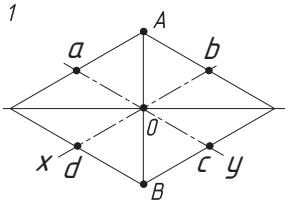
Общее построение аксонометрической проекции окружности

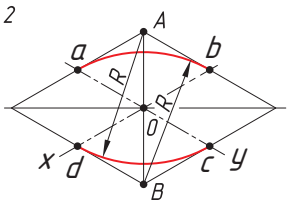


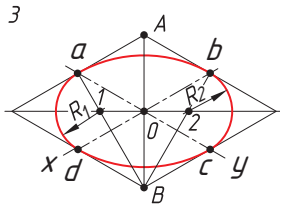
1. Выполняют построение осей аксонометрической проекции. Затем от точки ***O*** откладывают отрезки, равные радиусу окружности (***R*** = ***Oa*** = ***Ob*** = ***Oc*** = ***Od***). Через точки ***a***, ***b***, ***c*** и ***d*** проводят прямые, параллельные осям, получают ромб. Большая ось овала располагается на большой диагонали ромба.

2. Выполняют построение больших дуг овала. Из вершин ***A*** и ***B*** описывают дуги радиусом ***R***, равные расстоянию от вершины (***A*** или ***B***) до точек ***a***, ***b***, ***c***, ***d*** (***R*** = ***Ad*** = ***Bb***).

3. Строят малые дуги овала. Через точки ***B*** и ***a***, ***B*** и ***b*** проводят прямые. На пересечении прямых ***Ba*** и ***Bb*** с большой диагональю ромба находят точки ***1*** и ***2***. Они будут центрами малых дуг. Их радиус R_1 равен ***1a*** или ***2b***.



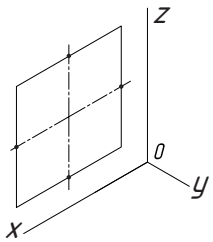
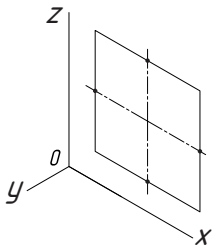
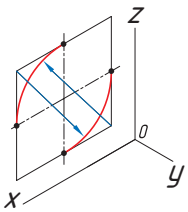
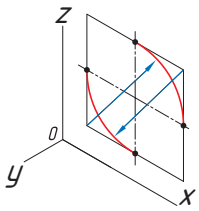
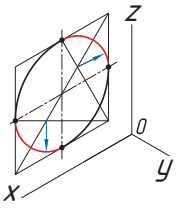
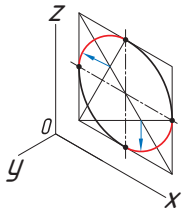




Правообладатель Народная асвета

Построение фронтальной и профильной проекций окружности

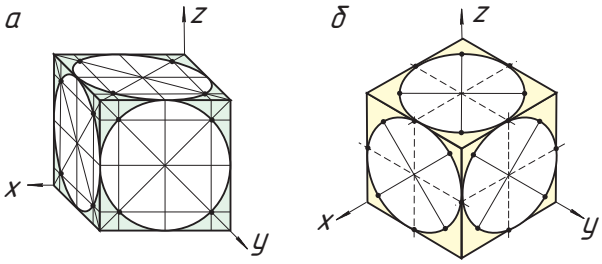
Фронтальная и профильные проекции окружности выполняются по такому же алгоритму, как и горизонтальная проекция.

Фронтальная плоскость проекций	**Профильная плоскость проекций**
Определение диаметра окружности. Построение центра окружности	
	
Построение проекции квадрата со сторонами, параллельными осям	
	
Построение больших дуг овала	
	

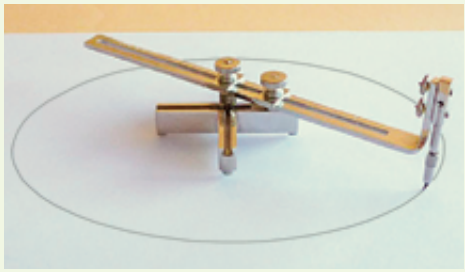
Помните! Большая ось овала всегда перпендикулярна аксонометрической оси, не участвующей в образовании плоскости, на которой ведется построение. Малая ось — продолжение аксонометрической оси.

Правообладатель Народная асвета

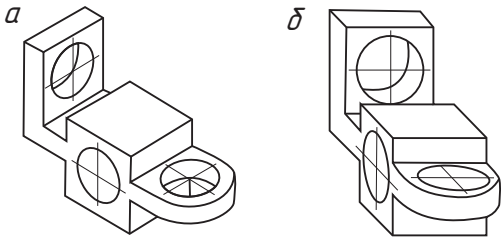
*Определите, на каком рисунке (**а** или **б**) изображен куб в изометрии. Объясните, как вы это определили.*



Эллипсограф, или Сеть Архимеда, — механизм, который способен преобразовывать возвратно-поступательное движение в эллипсоидное. Применяется в качестве чертежного инструмента для вычерчивания эллипсов, а также в качестве приспособления для разрезания стекла, бумаги, картона. История этого механизма точно не определена, но считается, что эллипсографы существовали еще во времена Архимеда.



1. В чем отличие плоской фигуры от геометрического тела?
2. В чем отличительные особенности диметрических и изометрических проекций?
3. Каким образом можно проверить правильность построения изометрической проекции квадрата?
4. На ваш взгляд, почему необходимо знать графический способ построения овала, несмотря на широкое применение шаблонов для его построения?
5. Определите, на каком рисунке (***а*** или ***б***) выполнена аксонометрическая проекция детали во фронтальной диметрии.



Правообладатель Народная асвета

§ 19. Аксонометрические проекции геометрических тел. Нахождение точек, лежащих на поверхности геометрических тел

Укажите способы построения аксонометрических проекций и их особенности. Как строят аксонометрические проекции плоских фигур?

Вы узнаете: как построить прямоугольные изометрические проекции геометрических тел, как найти точки на их поверхностях.

Вы научитесь: выполнять прямоугольные изометрические проекции геометрических тел, находить точки на их поверхностях.

Геометрические тела правильной формы (многогранники и поверхности вращения) часто встречаются в конструкции деталей машин и механизмов. Правильные геометрические тела характеризуются наличием в них различных осей и плоскостей симметрии, что позволяет строить аксонометрические изображения этих тел по принципу симметрии.

Построение аксонометрических проекций геометрических тел начинают с построения горизонтальной проекции его нижнего основания, к которому достраиваются другие его элементы (грани, ребра, верхнее основание).

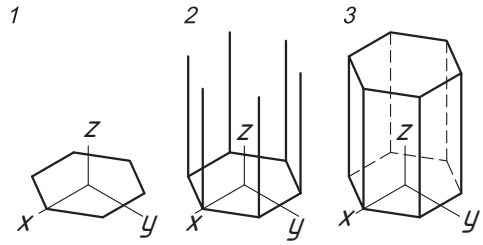
Аксонометрические проекции многогранников

Прямоугольная изометрическая проекция призмы. Основание призмы — правильный многоугольник (например, шестиугольник). Высота призмы совпадает с осью z, а основание расположено в плоскости осей x и y. Размеры призмы определяются их высотой и размерами фигуры основания.

1. Проводят оси изометрической проекции. Затем строят нижнее основание призмы.

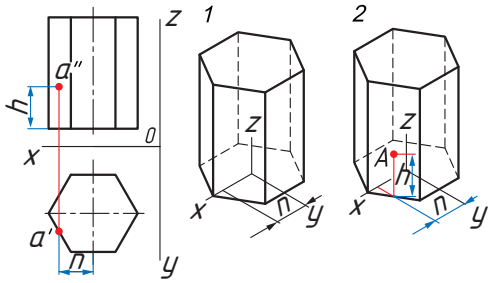
2. Из каждой вершины проводят перпендикуляры, на которых откладывают отрезки, равные высоте призмы.

3. Через полученные точки проводят прямые, параллельные ребрам основания. Определяют видимость ребер.



Определение расположения точки A:

1. От центра основания по оси x проводят прямую $x_A = n$. Из точки n проводят прямую, параллельную оси y, до пересечения с основанием призмы.

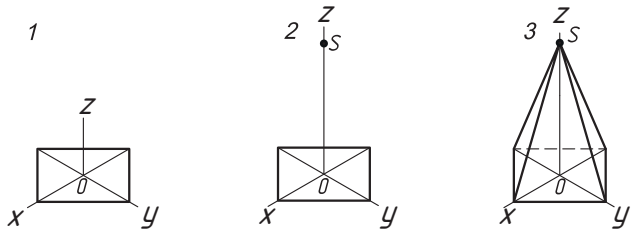


Правообладатель Народная асвета

2. Из полученной точки параллельно оси z проводят прямую $z_A = h$.

Определите последовательность построения проекции точки, расположенной на ребре призмы.

Прямоугольная изометрическая проекция пирамиды (например, четырехгранной). Основание пирамиды — ромб. Высота пирамиды (OS) совпадает с осью z, а основание расположено в плоскости осей x и y.



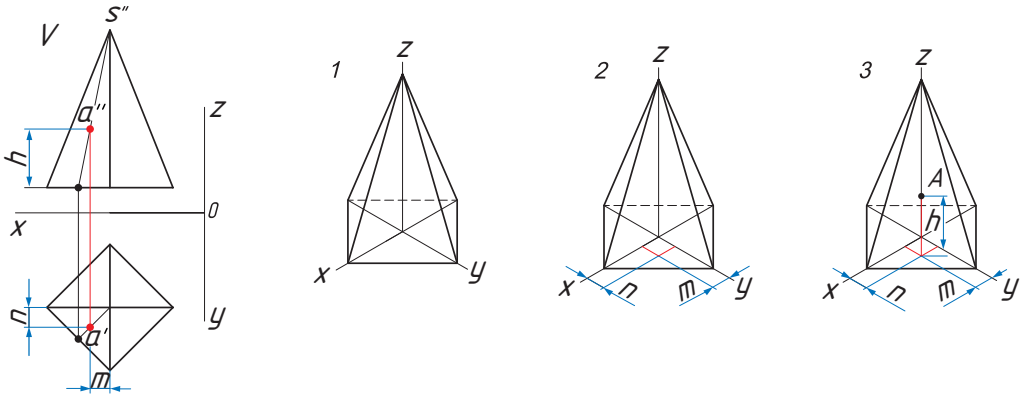
1. Проводят оси изометрической проекции. Размеры пирамиды определяются размерами ее основания и высотой. Затем строят нижнее основание пирамиды, параллельное горизонтальной плоскости.

2. Из центра основания O восстанавливают перпендикуляр, на котором откладывают высоту пирамиды.

3. Соединяют полученную точку S с вершинами основания. Определяют видимость ребер.

Определение расположения точки A

1. От центра основания O по оси x откладывают расстояние $x_A = m$.
2. На оси y откладывают расстояние $y_A = n$.
3. Параллельно оси z проводят отрезок $z_A = h$.



Правообладатель Народная асвета

Аксонометрические проекции поверхностей вращения

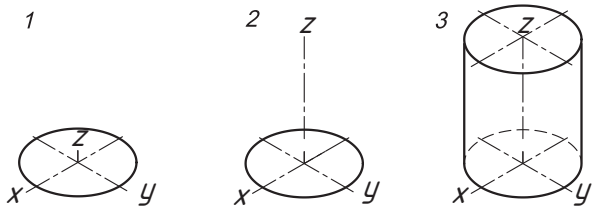
Окружности, лежащие в основаниях цилиндра и конуса, расположены параллельно горизонтальной плоскости проекций. Построение проекций цилиндра и конуса начинают с проведения осей симметрий и построения нижнего основания. Нижнее основание аксонометрических проекций цилиндра и конуса — эллипс.

Прямоугольная изометрическая проекция цилиндра. Основание цилиндра — эллипс. Высота цилиндра совпадает с осью ***z***, а основание расположено в плоскости осей ***x*** и ***y***. Размеры определяются высотой и диаметром основания.

1. Проводят оси изометрической проекции. Затем строят нижнее основание цилиндра.

2. Из центра основания восстанавливают перпендикуляр и откладывают высоту цилиндра. Строят верхнее основание (эллипс).

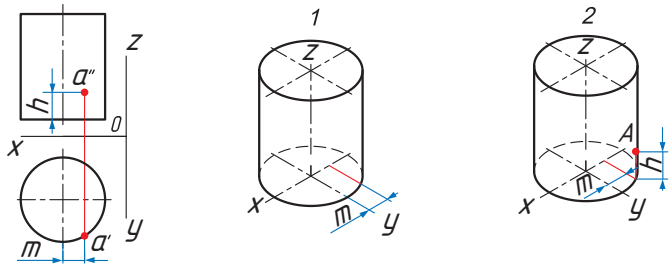
3. Проводят боковые образующие цилиндрической поверхности, определяют видимость нижнего основания.



*Определение расположения точки **A***

1. От центра основания по оси ***x*** проводят прямую $x_A = m$. Из точки ***m*** проводят прямую, параллельную оси ***y*** до пересечения с основанием.

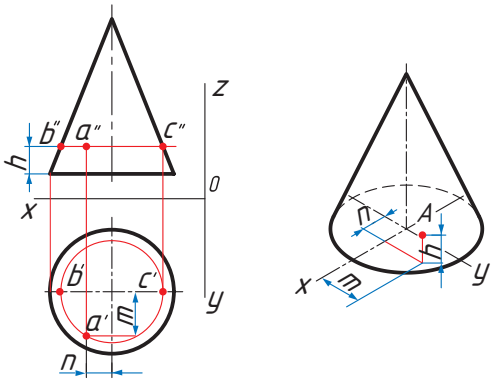
2. Из полученной точки параллельно оси ***z*** проводят прямую $z_A = h$.



Составьте алгоритм нахождения точки на поверхности цилиндра, учитывая тот факт, что точка расположена на нижнем основании цилиндра.

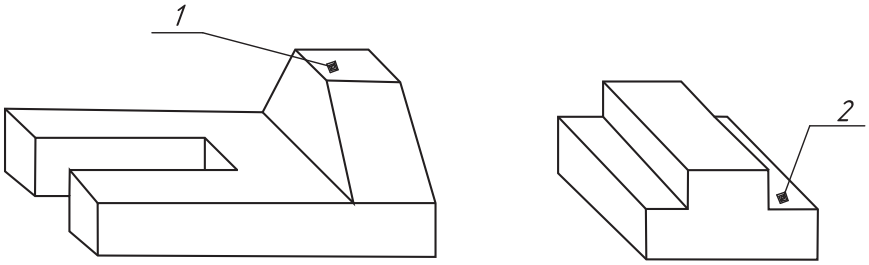
Правообладатель Народная асвета

Прямоугольная изометрическая проекция конуса. Основание конуса — эллипс. Построение проекции конуса схоже с построением проекции цилиндра. Определение расположения точек на поверхности конуса подобно построениям точек на пирамиде.



Используя ранее изученный материал, укажите способ нахождения положения точек ***B*** *и* ***C****, изображенный на рисунке.*

1. Что такое показатель (коэффициент) искажения? Какие виды аксонометрии вы знаете? Как располагаются оси прямоугольной изометрии?
2. В какой последовательности выполняют аксонометрическую проекцию геометрического тела?
3. Приведите примеры использования аксонометрических проекций в различных сферах профессиональной деятельности.
4. Мысленно удалите элемент 1, заменив его на элемент 2. Выполните изометрическую проекцию получившейся детали.

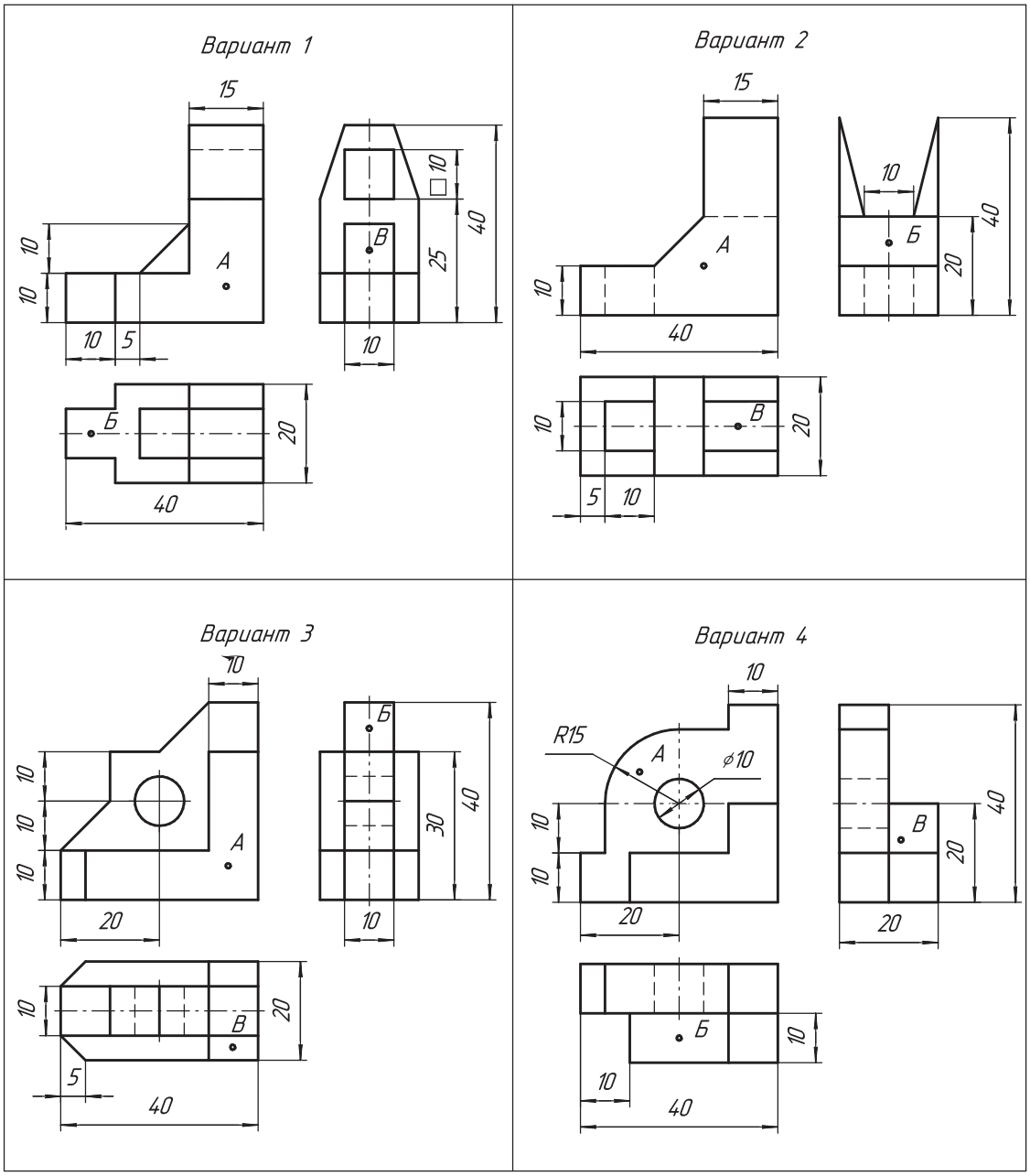


1. Назовите общие для фронтальной диметрической и изометрической проекций этапы построения цилиндра.
2. Постройте в изометрической проекции правильные треугольную и шестиугольную призмы. Основания призмы расположены горизонтально, длина сторон основания 30 мм, высота 60 мм.

Правообладатель Народная асвета

Практическая работа № 10. Аксонометрические проекции геометрических тел

В рабочей тетради выполните по чертежу изометрическую проекцию детали в масштабе 2,5:1. На аксонометрической проекции определите расположение точек А, Б и В.



Правообладатель Народная асвета

§ 20. Технический рисунок

Какое графическое изображение наиболее полно передает форму предмета?

Вы узнаете: что такое технический рисунок, принципы и методы построения технического рисунка, правила применения аксонометрических проекций в рисунке.

Вы научитесь: выполнять технические рисунки плоских фигур, геометрических тел; передавать на рисунке объем, используя разные способы оттенений.

Для того чтобы сконструировать новое изделие, необходимо сначала мысленно представить его, а затем выполнить его графическое изображение — технический рисунок (рис. 57).

Рис. 57. Технические рисунки

Технический рисунок — это наглядное графическое изображение объекта, выполненное от руки на глаз с соблюдением его конструктивной формы и размеров.

При выполнении технического рисунка используются методы центрального проецирования изображения предмета (рисунок в перспективе) или параллельного проецирования (аксонометрические проекции).

Необходимо помнить, что при выполнении технического рисунка все построения выполняются только от руки, без использования чертежных инструментов (линеек, циркулей). Поэтому, прежде чем приступить к выполнению технического рисунка, следует научиться изображать оси аксонометрических проекций, окружности, геометрические фигуры и тела, выполнять деления отрезков и окружностей на равные части. Кроме того, необходимо уметь правильно определять на глаз размеры и соотношения частей, разделять линии и плоскость листа на равные части.

Правила выполнения технического рисунка. Технический рисунок можно выполнять с натуры (с реального предмета), по чертежу, представленному одним или несколькими видами, по описанию. В любом случае при выполнении технических рисунков соблюдаются те же правила, что и во время построения аксонометрических проекций.

Правообладатель Народная асвета

1. Сначала выбирается вид аксонометрической проекции, на основе которой будет выполняться технический рисунок. Выбор вида зависит от формы изображаемого предмета. Если деталь состоит преимущественно из окружностей, параллельных горизонтальной плоскости проекций, то целесообразно применить прямоугольную изометрию. Если дана деталь, у которой в центре квадратная форма, то при изображении ее в прямоугольной изометрии она не дает наглядного представления. В этом случае деталь следует изобразить в прямоугольной диметрии.

2. Проводятся аксонометрические оси.

3. Изображается плоская фигура, лежащая в основании предмета.

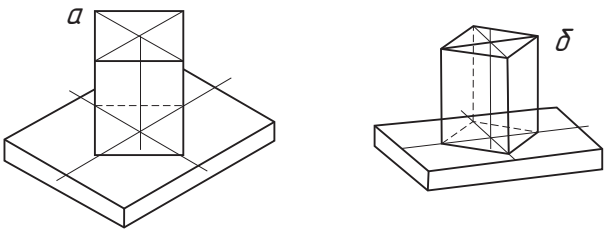
4. Достраивается плоская фигура до геометрического тела.

5. Уточняются конструкция и геометрическая форма предмета.

6. Выбирается способ оттенения, выполняется дорисовка и обводка изображенного предмета.

Технические рисунки удобно выполнять на бумаге в клетку. Это облегчает рисование линий. Построение аксонометрических осей по клеткам было показано в § 17 (с. 80).

*Сравните рисунки **а** и **б**. На каком изображении лучше представлена форма предмета? Определите вид аксонометрической проекции.*

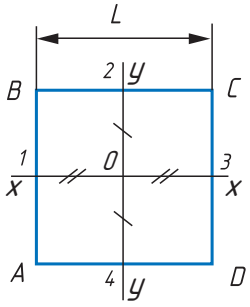


Умение выполнять технические рисунки плоских фигур дает возможность в дальнейшем рисовать объемные предметы. Рассмотрим построение технических рисунков плоских фигур квадрата и окружности, как наиболее часто встречающихся в практике.

Построение технического рисунка квадрата

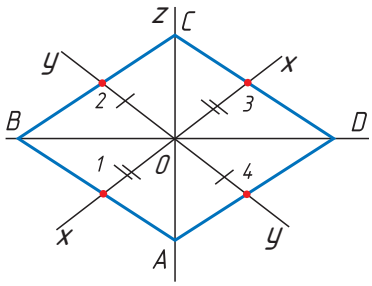
1. Рисуют две взаимно перпендикулярные оси. Точка их пересечения — точка ***O***.

2. От точки ***O*** на осях откладывают отрезки ***O1***, ***O2***, ***O3*** и ***O4***, равные половине стороны квадрата ***L***. Через полученные точки проводят прямые, параллельные осям.



Правообладатель Народная асвета

Построение квадрата в прямоугольной изометрии (рисунок квадрата условно принимают за ромб).



1. Рисуют изометрические оси и откладывают от точки ***O*** отрезки ***O1***, ***O2***, ***O3*** и ***O4***, равные половине стороны квадрата ***L***.

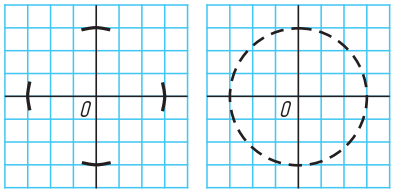
2. Через точки ***2*** и ***4*** проводят прямые, параллельные оси ***x***, через точки ***1*** и ***3*** — параллельные оси ***y***.

? *Используя дополнительные источники информации, выполните построение в прямоугольной изометрии и фронтальной диметрии треугольника, пятиугольника.*

Построение технического рисунка окружностей

Рисунок окружности начинается с построения квадрата, в который она вписывается. Это позволяет быстрее получить более правильное изображение окружности. В изометрической проекции окружность изображают в виде эллипса, сторона квадрата (ромба) равна диаметру окружности. Существуют два способа.

Способ I. Построение по клеткам



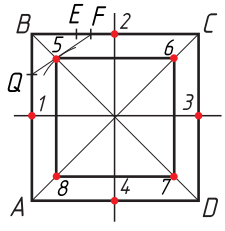
1. На осевых линиях от центра ***O*** на расстоянии, равном радиусу окружности, наносят 4 штриха. Между штрихами наносят еще четыре штриха.

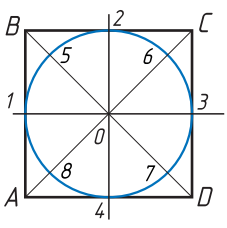
2. Штрихи соединяют и проводят окружность.

Способ II. Геометрическое построение

1. Строят квадрат. Затем строят промежуточные точки окружности: разделяют отрезки ***B2*** и ***E2*** пополам, получают соответственно точки ***E*** и ***F***.

2. Далее разделяют отрезок ***B1*** на две равные части точкой ***Q*** и соединяют прямой точку ***Q*** с точкой ***F***. Прямая ***QF*** пересечет диагональ ***BD*** в точке ***5***. Точка ***5*** будет удалена от центра квадрата на расстояние радиуса окружности.

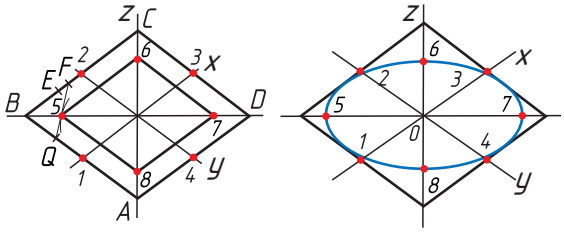




Аналогично строят точки ***6***, ***7***, ***8***. Затем точки ***1***—***8*** соединяют для получения окружности.

Правообладатель Народная асвета

Рассмотрите рисунок. Опишите последовательность изображения окружности в изометрической проекции.



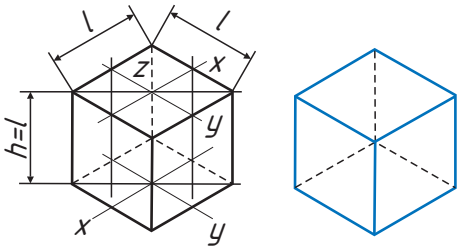
Технический рисунок геометрического тела или детали необходимо изображать изолированно от окружающей среды (например, подставку, на которой стоит предмет, не показывают).

На основании последовательности построения квадрата и окружности выполняют технические рисунки геометрических тел и предметов.

Построение технического рисунка куба

1. Основание куба — квадрат со стороной, равной l. Проводят линии сторон квадрата величиной l параллельно построенным осям.

2. Из вершин основания восстанавливают перпендикуляры и на них откладывают отрезки, примерно равные высоте многогранника h (для куба она равна $h = l$). Соединяют вершины.



Используя информацию о построении куба в изометрии, постройте в изометрической проекции четырехугольную призму.

Выявление объема предмета на техническом рисунке детали

Для придания техническому рисунку большей наглядности, объемности и рельефности на него наносят светотень различными способами. Наиболее распространенными способами передачи светотени являются *штриховка*, *шраффировка*, *оттенение точками*.

Светотень — это распределение света на поверхностях предмета. Способствует восприятию объемной формы предмета.

В техническом рисовании условно принято считать, что источник света находится сверху слева и сзади рисующего. Таким образом, свет всегда будет слева, а тень справа, независимо от того, как рисуется предмет — с натуры или по чертежу. Объемность рисунка предмета достигается путем

Правообладатель Народная асвета

градации (перехода) света и тени: наиболее освещенные поверхности оттеняются светлее, чем поверхности, удаленные дальше от света.

Вспомните из курса изобразительного искусства, из каких элементов состоит светотень. Для чего служат эти элементы?

Рассмотрим некоторые методы распределения света на поверхностях.

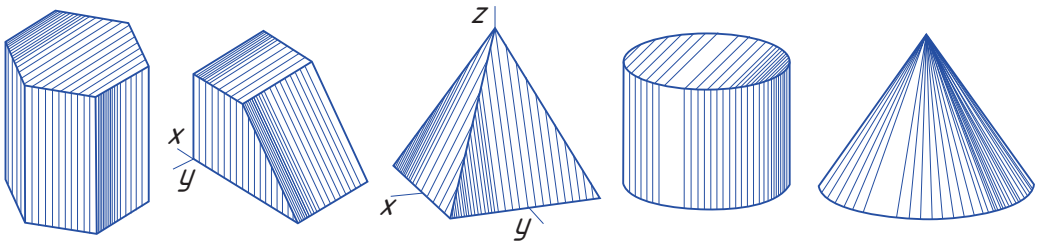
Штриховка. Это наиболее распространенный способ оттенения изображения сплошными параллельными линиями различной толщины. Способ выполнения штриховки имеет свои особенности.

1. Вертикальные плоскости предмета штрихуют вертикальными прямыми; горизонтальные — прямыми, параллельными аксонометрическим осям ***x*** и ***y***; наклонные — прямыми, параллельными линии ската плоскости.

2. В теневой части штриховые линии наносят толще (гуще) и расстояние между ними меньше; на световой части штрихи — тоньше (светлее) и реже.

3. Горизонтальные поверхности оттеняются светлее по сравнению с вертикальными.

4. На цилиндрической поверхности штриховку наносят в виде образующих различной толщины следующим образом: начинают штриховку с самой темной части предмета, постепенно переходя к более светлым. Место для блика не заштриховывают.

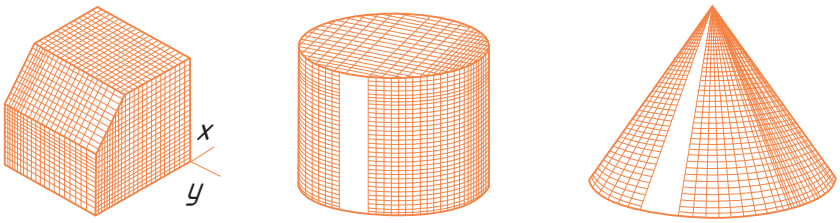


Как вы считаете, почему при выполнении штриховки важно поддерживать форму поверхности предмета?

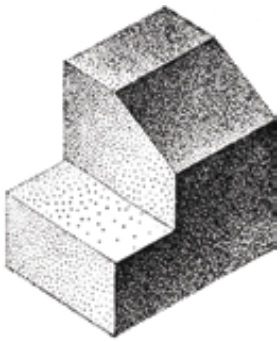
Техническим рисунком люди пользовались давно и в самых разных его видах. Инженеры-конструкторы чаще всего использовали реалистические рисунки (перспективные). Их примерами могут служить многочисленные рисунки Леонардо да Винчи. Этот человек обладал также великим инженерным умом, который его современники оценить, к сожалению, не могли. Большинство изобретений да Винчи невозможно было воплотить в жизнь с помощью инструментов XV—XVI вв. Все технические идеи гения остались только на бумаге — в рисунках, чертежах и подробных описаниях. Только через пять веков энтузиасты, прочитав рукописи, попытались воплотить идеи ученого в жизнь, сконструировав механизмы по его чертежам и техническим рисункам. Только представьте себе, все эти машины исправно работали!

Правообладатель Народная асвета

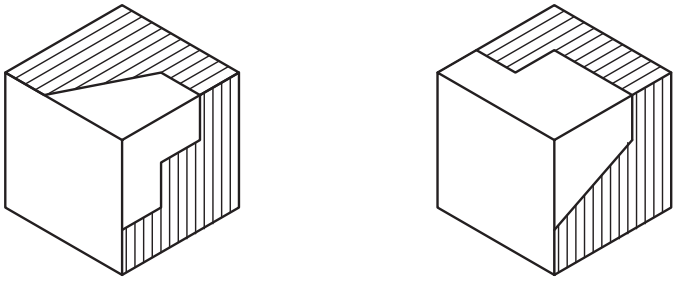
Шраффировка. Это штриховка в виде сетки, или двойной штриховки. Шраффировку наносят на многогранниках и поверхностях вращения аналогично штриховке, учитывая форму предмета. Оттенение шраффировкой оснований геометрических тел выполняют наклонными штрихами, параллельными осям x и y.



Оттенение точками. При точечном способе светотень наносят точками. На темные части предмета точки наносят ближе друг к другу, с увеличением освещенности поверхности расстояния между ними увеличивают. Оттенение следует наносить так, чтобы точки не сливались. Оттенение точками выполняют пером, наполненным тушью или краской.



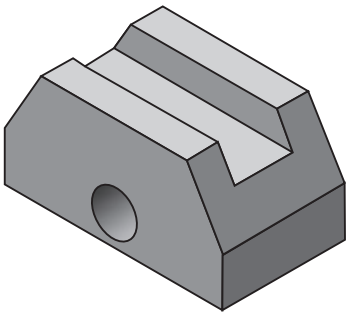
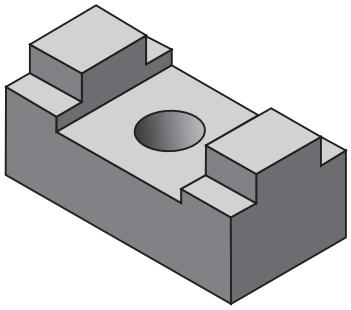
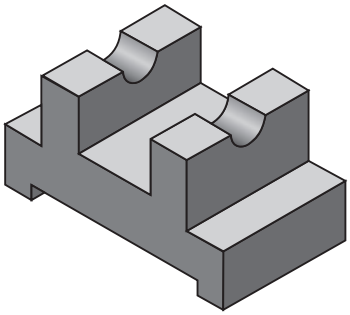
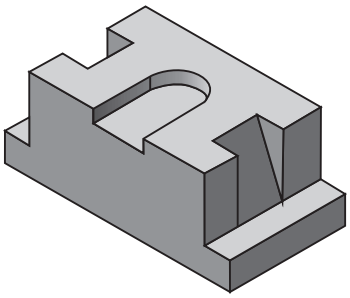
1. Назовите области применения технического рисунка.
2. Как изображаются на рисунке окружности в аксонометрических проекциях?
3. Как можно выявить объем предмета на техническом рисунке?
4. Какие способы передачи светотени на техническом рисунке вы знаете?
5. Объясните, каким образом можно построить аксонометрическую проекцию окружности, не имея бумаги в клетку.
6. Определите недостатки технического рисунка по сравнению с чертежом.
7. Закончите технические рисунки предмета, вырезав выделенные области и выполнив оттенение.



Правообладатель Народная асвета

Практическая работа № 11. Технический рисунок

По наглядному изображению выполните технический рисунок, соблюдая пропорциональность формы и размеров. Способ оттенения выберите самостоятельно. Работу выполните в рабочей тетради.

Вариант 1 	*Вариант 2* 
Вариант 3 	*Вариант 4* 

Правообладатель Народная асвета

§ 21. Местные и дополнительные виды

Дайте определение понятия «вид». Какие виды называются основными? Как располагаются основные виды на чертежах? Как правильно выбрать главный вид?

Вы узнаете: для чего служат и в каких случаях используют местные и дополнительные виды, особенности их обозначения.

Вы научитесь: выполнять и обозначать местные и дополнительные виды.

Местные виды. Для упрощения построения предмета на чертеже достаточно показать только его часть, уточняющую форму предмета. В этом случае используют местные виды. Применение местного вида дает возможность показать на чертеже форму и размеры только отдельных элементов предмета.

Местный вид — изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета.

Местный вид получают проецированием на одну из основных плоскостей проекций. Изображение местного вида может быть ограничено линией обрыва (рис. 58, *а*), а если изображение однозначно, то допускается отображать только часть вида (рис. 58, *б*).

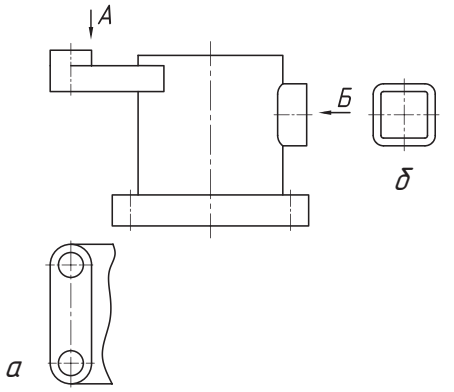


Рис. 58. Изображение детали и местные виды

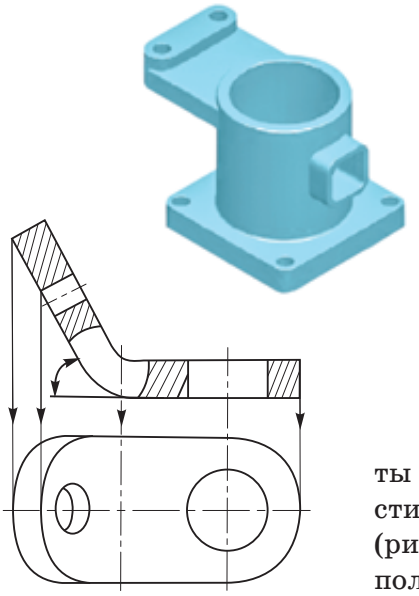


Рис. 59. Проецирование предмета с искажением

Дополнительные виды. Некоторые элементы предметов проецируются на основные плоскости проекций с искажением формы и размеров (рис. 59). Чтобы этого избежать, применяют дополнительную плоскость проекций, не параллельную основным (рис. 60, *а*). Ее располагают параллельно той части предмета, которая на

Правообладатель Народная асвета

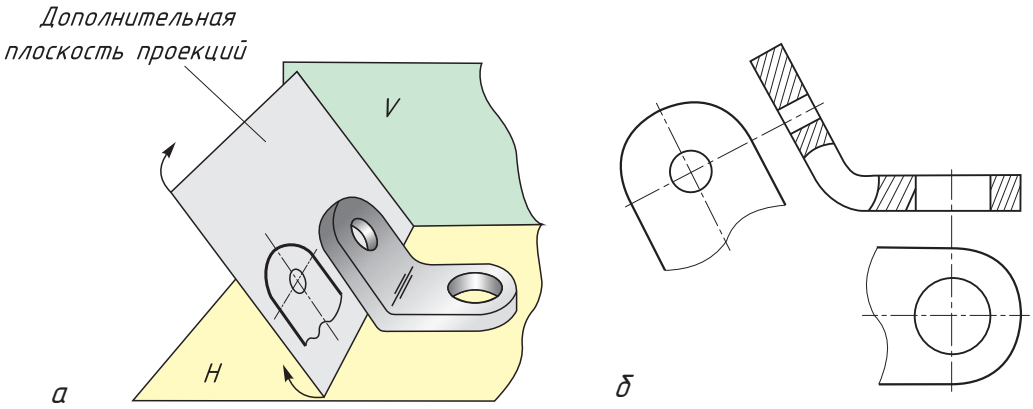


Рис. 60. Образование дополнительного вида (***а***) и его чертеж (***б***)

основных плоскостях изображается с искажением. Полученное на дополнительной плоскости изображение совмещают с основной плоскостью проекций. Это и есть дополнительный вид (рис. 60, ***б***). Он дает полное представление о форме и размерах наклонной части предмета, показанного на рис. 60, ***а***.

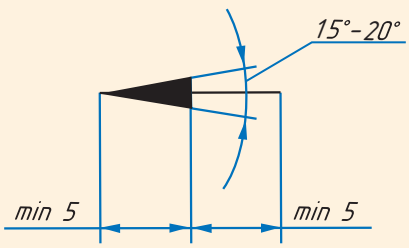
Дополнительный вид — изображение, полученное проецированием предмета или его части на дополнительную плоскость проекций, не параллельную ни одной из основных плоскостей проекций.

Определите, в чем разница между дополнительными и местными видами.

Обозначение видов. Местные и дополнительные виды наиболее часто располагают в проекционной связи с другими изображениями на чертеже. В этом случае виды не обозначаются.

В других случаях направление проецирования, по которому получают местный и дополнительный виды, указывается стрелкой возле соответствующего изображения.

Направление проецирования (направление взгляда), по которому получают дополнительный вид, указывают стрелкой.



Правообладатель Народная асвета

Над стрелкой и над полученным изображением (видом) наносят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буква всегда должна быть вертикальной. При обозначении буква назначается в алфавитном порядке по возрастанию (А, Б, В, Г и т. д.) (рис. 61).

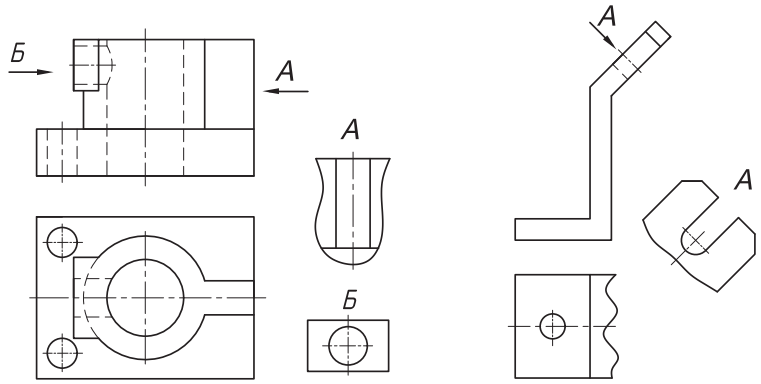
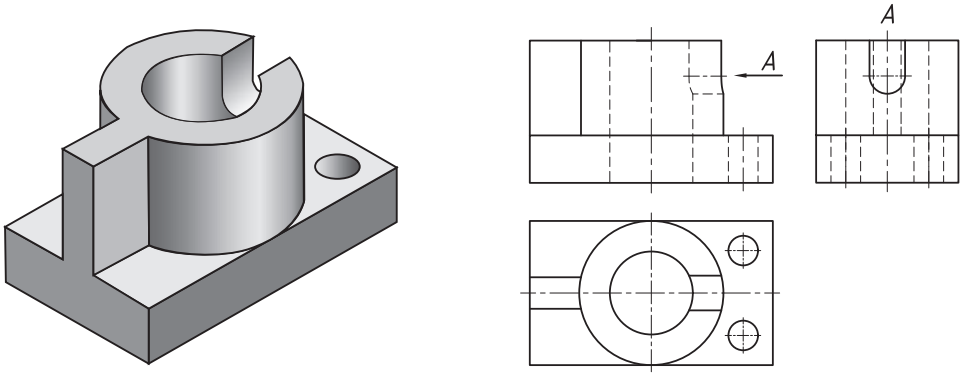


Рис. 61. Обозначение видов, расположенных вне проекционной связи: местный (слева) и дополнительный (справа)

Дополнительный вид можно поворачивать, при условии сохранения положения, принятого для данного предмета на главном изображении. При этом обозначение вида должно быть дополнено графическим изображением «Повернуто» ⟲. Например, А ⟲.

1. Какие виды называются дополнительными? Когда их применяют?
2. В каких случаях дополнительные виды снабжают надписью и как ее наносят?
3. Какие виды называются местными?
4. Найдите ошибки, допущенные на чертеже детали. Как необходимо обозначить дополнительный вид А?



Графическая работа № 5. Виды на чертеже *(см. Приложения, с. 166)*

Правообладатель Народная асвета

§ 22. Понятие о разрезе. Выполнение и обозначение разреза

Назовите основные виды, укажите их расположение на чертеже. В чем отличие между дополнительными и местными видами? Для каких целей используют условности и упрощения?

Вы узнаете: что такое разрезы, их классификацию и обозначение, что такое местный разрез и в каких случаях используют.

Вы научитесь: выполнять и обозначать разрезы.

Многие предметы имеют внутренние пустоты, очертания которых на чертежах показывают штриховыми линиями (линиями невидимого контура) (рис. 62, ***а***). Количество этих линий зависит от сложности формы предмета.

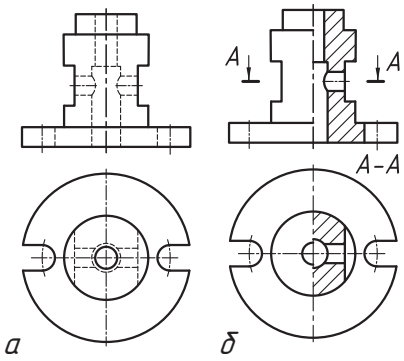


Рис. 62. Изображение внутренних невидимых линий контуров детали: ***а*** — штриховыми линиями, ***б*** — после рассечения плоскостью

Сравните два изображения детали на рисунке 62. На каком из них лучше всего видны внутренние контуры детали?

Большое количество этих линий, их наложение и пересечение ухудшает ясность графического изображения и затрудняет чтение чертежа. Поэтому, чтобы четко показывать на чертежах очертания внутренних контуров предмета, применяют разрезы. Их получают, рассекая предмет одной или несколькими воображаемыми плоскостями (рис. 63, ***а***). Передняя часть предмета удаляется, часть предмета, которая находится в секущей плоскости, на разрезе выделена штриховкой. При этом изображение разреза, совмещенное с плоскостью чертежа, содержит не только фигуру, полученную в секущей плоскости, но и те контуры предмета, которые находятся за ней (рис. 63, ***б***).

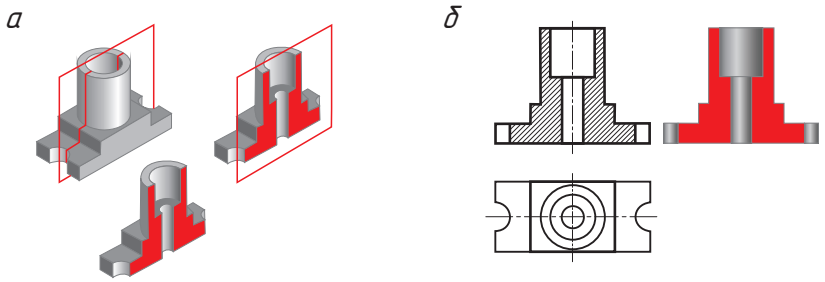


Рис. 63. Образование разреза: рассечение предмета секущей плоскостью (слева), изображение предмета в секущей плоскости (справа)

Правообладатель Народная асвета

Помните! Мысленный разрез предмета секущей плоскостью не влияет на другие изображения этого предмета. Например, на рисунке 63, *б* на главном виде показан разрез, а вид сверху остался без изменений.

Разрез — это изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими секущими плоскостями.

На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости и что расположено за ней.

Классификация разрезов. Разрез может быть образован одной или несколькими секущими плоскостями. В зависимости от количества секущих плоскостей разрезы делят на простые и сложные (рис. 64).

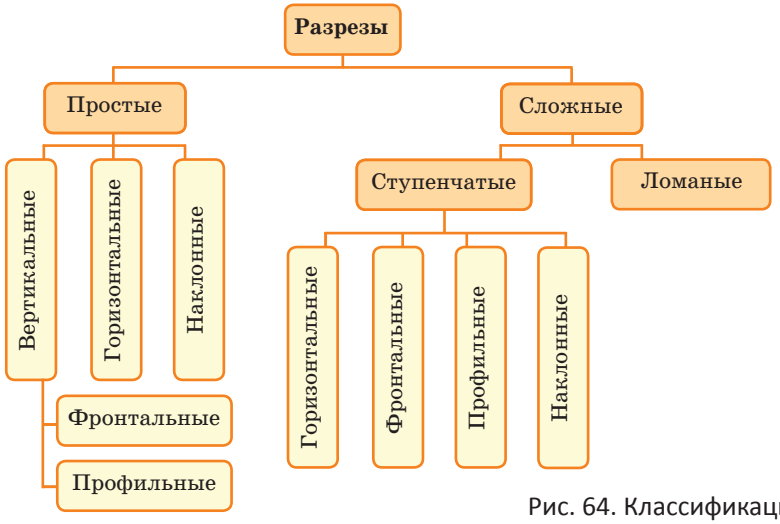


Рис. 64. Классификация разрезов

Рассмотрим, какие разрезы относятся к простым.

Простые разрезы. При выполнении разрезов секущая плоскость относительно горизонтальной плоскости проекций может занимать вертикальное, горизонтальное или наклонное положения. В зависимости от положения секущей плоскости по отношению к горизонтальной плоскости проекции простые разрезы разделяют на вертикальные, горизонтальные и наклонные.

Простой разрез — разрез, полученный при мысленном рассечении предмета одной секущей плоскостью.

Как вы считаете, какой разрез называется сложным?

Вертикальный разрез образуется секущей плоскостью, перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций. Вертикальная секущая плоскость может быть по-разному расположена относительно фронтальной

Правообладатель Народная асвета

и профильной плоскости проекций. В зависимости от этого различают фронтальные и профильные вертикальные разрезы. Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 65). Фронтальный разрез располагается на виде спереди (главном виде).

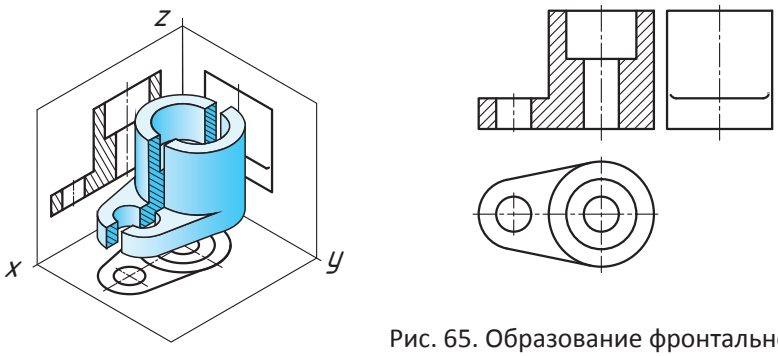


Рис. 65. Образование фронтального разреза

? *Используя рисунок 66, дайте определение вертикальному профильному разрезу и обозначьте место его расположения.*

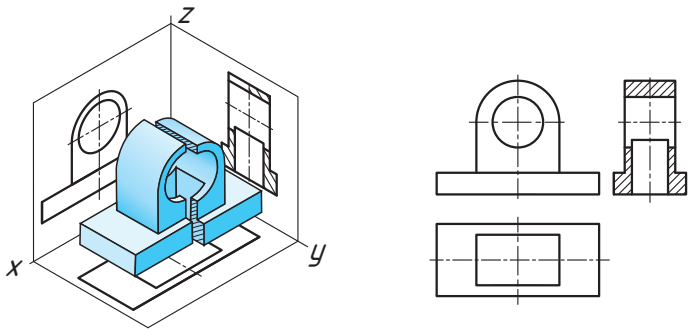


Рис. 66. Образование профильного разреза

Горизонтальный разрез образуется секущей плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекций, и располагается на месте вида сверху (рис. 67).

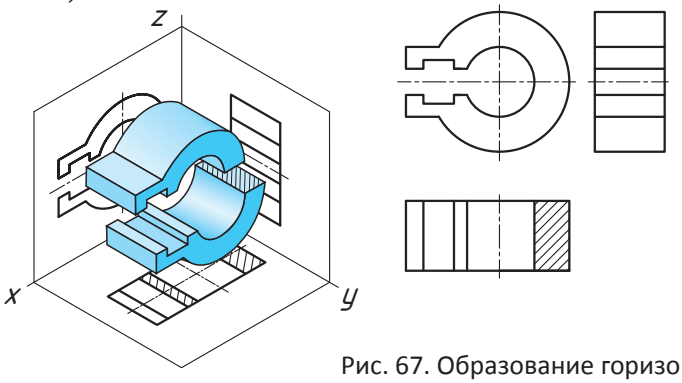


Рис. 67. Образование горизонтального разреза

Правообладатель Народная асвета

Наклонный разрез образуется секущей плоскостью, которая расположена под любым (но не прямым) углом к горизонтальной плоскости проекций (рис. 68).

Наклонный разрез должен строиться и располагаться в соответствии с направлением взгляда, который указан стрелками на линии сечения. Положение секущей плоскости отмечается линией сечения со стрелками, указывающими направление взгляда. Над разрезом выполняется надпись, соответствующая секущей плоскости, например А—А.

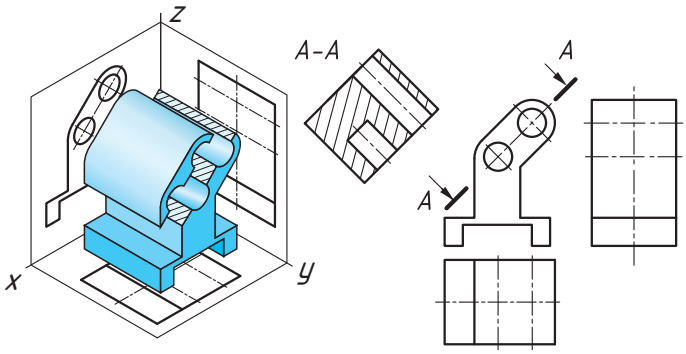


Рис. 68. Образование наклонного разреза

Обозначение разрезов. На одном чертеже может быть показано несколько разрезов, но их количество должно быть оправдано.

Правила обозначения разрезов

1. Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения.

2. Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета, разрез располагается на месте одного из видов (рис. 69, *а*). При этом положение секущей плоскости на чертеже не указывают и сам разрез не обозначают.

3. Если секущая плоскость не совпадает с плоскостью симметрии детали (рис. 69, *б*), то линию сечения изображают разомкнутой линией со стрелками, которые указывают направление взгляда. Толщина разомкнутых линий в 1,5 раза больше сплошной толстой основной линии.

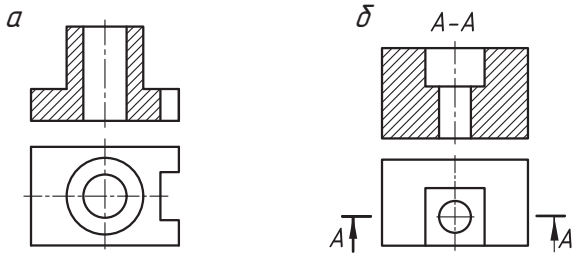
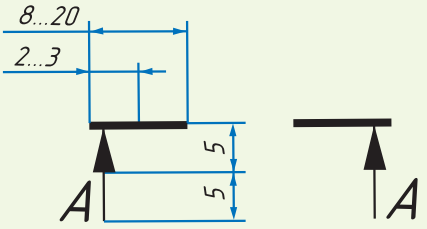


Рис. 69. Обозначение разрезов

Правообладатель Народная асвета

Разомкнутые линии чертят на концах линии сечения с внешней стороны контура изображения. С внешней стороны стрелок наносят одинаковые прописные буквы русского алфавита. Над разрезом пишут те же буквы через тире, которые указывают положение секущей плоскости (например, А—А, Б—Б и т. д.).

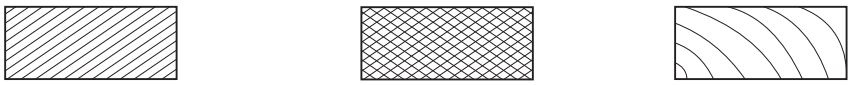


Как вы считаете, всегда ли обозначают наклонные разрезы? В каком случае надпись «А—А» следует дополнить знаком «Повернуто»?

Графическое обозначение материалов. Рассекая предметы одной или несколькими плоскостями, линии на внутренних контурах, изображенные на чертеже штриховыми линиями, становятся видимыми. Их изображают сплошной толстой основной линией. Фигуру сечения, входящую в разрез, штрихуют.

Если на фигуре сечения хотят показать, из какого материала изготовлена деталь, то пользуются их графическими обозначениями (рис. 70).

Линии штриховки наносятся тонкими линиями под углом 45° в одну сторону (вправо или влево) на всех проекциях одной и той же детали. Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки должно быть одинаковым (1—10 мм). Рекомендовано на форматах А 4 расстояние между параллельными штрихами использовать от 1 до 2 мм.

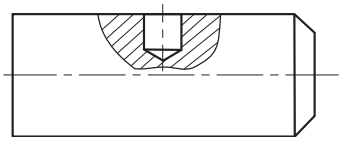


Металлы и твердые сплавы | Неметаллические материалы (пластмасса, резина) | Древесина

Рис. 70. Графическое обозначение материалов в разрезе

Используя дополнительные источники, найдите информацию, какие еще материалы показывают в разрезах. Каково их графическое обозначение?

Местный разрез. Чтобы показать на чертежах внутреннее строение предметов в отдельных ограниченных местах (например, в сплошной детали необходимо показать небольшое углубление или отверстие), применяют разрезы, которые называют *местными*. Выполнять полные разрезы для таких деталей нецелесообразно.

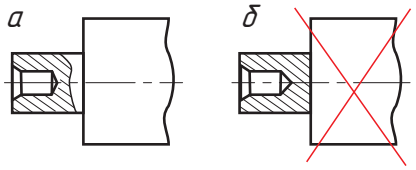


Правообладатель Народная асвета

Поэтому достаточно условно разрезать только ту часть детали, которая требует дополнительного выявления ее формы. Местный разрез выделяют на чертежах сплошной тонкой волнистой линией, проводимой от руки. Местный разрез не обозначается.

Помните! Волнистая линия, ограничивающая местный разрез, не должна совпадать с какими-либо другими линиями на виде или быть их продолжением.

Рассмотрите рисунок. Объясните, почему на рисунке ***б*** *местный разрез выполнен неправильно.*



Разрезы в аксонометрических проекциях

На аксонометрических проекциях, так же как и на изображениях предметов, применяют разрезы, с помощью которых показывают внутреннее устройство: отверстия, углубления, и т. д. Секущие плоскости, как правило, выбирают так, чтобы они совпадали с плоскостью симметрии детали или отдельного ее элемента (рис. 71, ***а***) (*см. Памятку 8, с. 176*).

Линии штриховки сечений наносят параллельно диагоналям проекций квадратов, построенных на осях ***x*** и ***z***, ***x*** и ***y***, ***y*** и ***z*** (рис. 71, ***б***). Например, в изометрической проекции на фронтальном и профильном разрезах линии штриховки располагают под углом 45°.

Определите, каков угол штриховки в диметрической проекции.

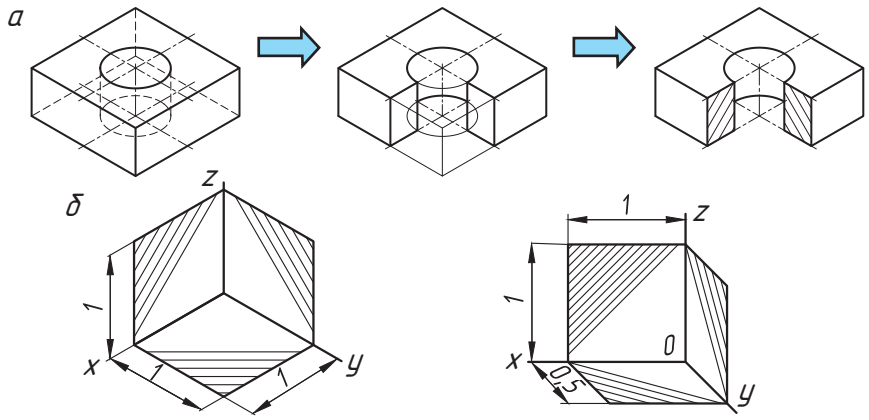
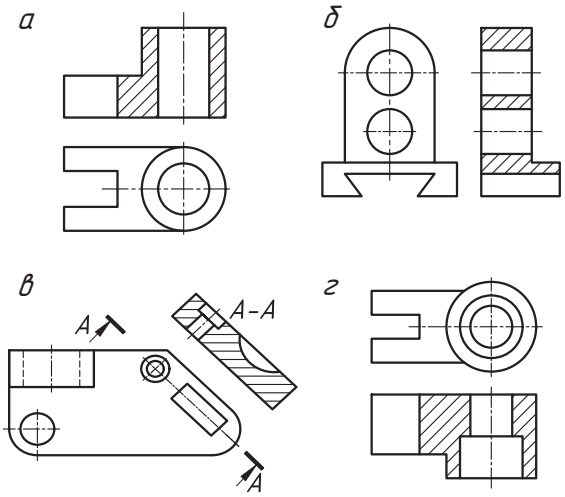


Рис. 71. Разрезы в аксонометрических проекциях:
а — последовательность выполнения разреза; ***б*** — направление линии штриховки

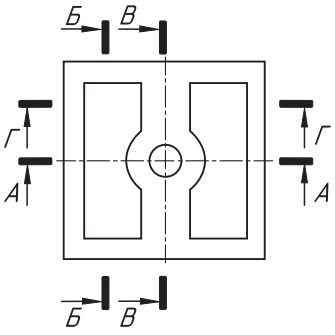
Правообладатель Народная асвета

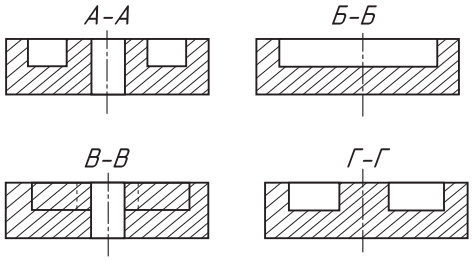
1. Какие разрезы называют фронтальными, профильными, горизонтальными?
2. В каких случаях разрезы не обозначают?
3. Назовите разрезы, отображенные на рисунках.



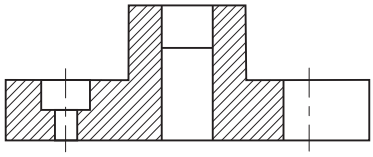
4. Какой разрез называется местным?
5. Когда применяют местный разрез?
6. Какой линией ограничивают местный разрез? Допустимо ли совпадение этой линии с другими линиями чертежа?
7. Как располагают секущие плоскости для выявления внутренних очертаний изделий на аксонометрических проекциях?
8. Какие правила нанесения штриховки приняты при выполнении разрезов (вырезов) в аксонометрии?

1. Определите, при построении какого разреза допущена ошибка.





2. По представленному на рисунке разрезу определите его вид. Мысленно сконструируйте деталь, чертеж которой содержал бы этот разрез. Постройте ее чертеж.

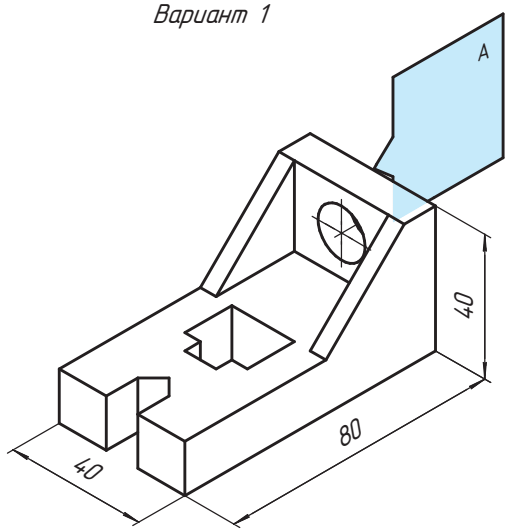


Правообладатель Народная асвета

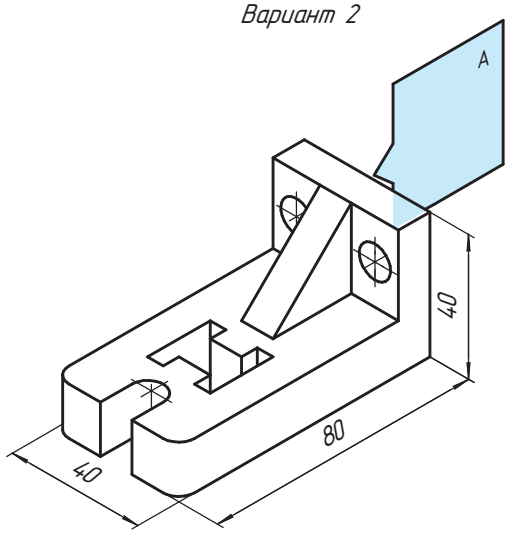
Практическая работа № 12. Выполнение разрезов

В рабочей тетради, учитывая габаритные размеры с соблюдением пропорций, выполните чертеж детали в трех проекциях. Выполните и обозначьте фронтальный разрез, нанесите размеры. Учитывайте, что отверстия во всех деталях сквозные.

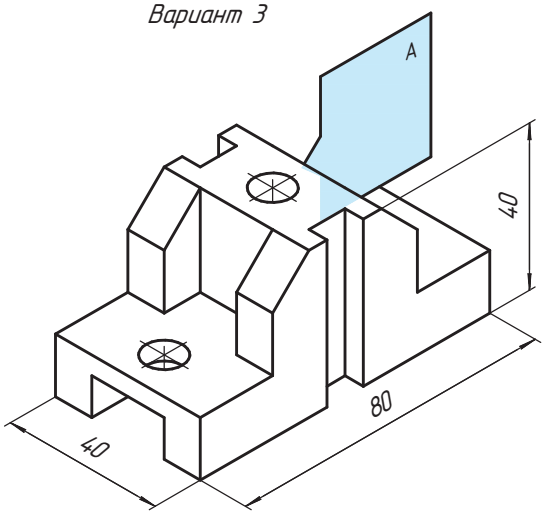
Вариант 1



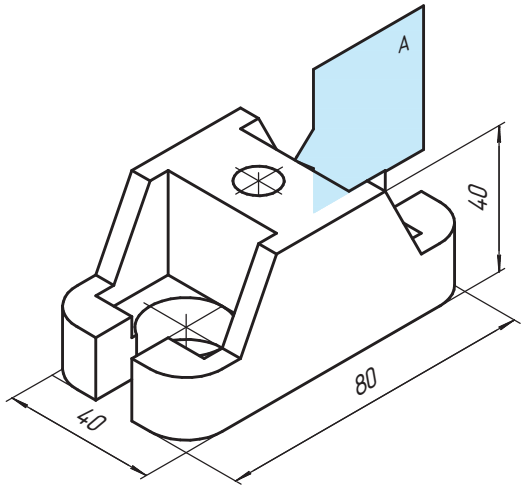
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Правообладатель Народная асвета

§ 23. Соединение на чертеже части вида и части разреза

Какая часть предмета мысленно удаляется во время выполнения разреза? Надо ли обозначать секущую плоскость, если она совпадает с плоскостью симметрии детали?

Вы узнаете: как соединяют часть вида частью соответствующего разреза, какие применяют условности и упрощения при выполнении разрезов.

Вы научитесь: выполнять соединение части вида с частью соответствующего разреза.

Многие детали имеют форму, которая не может быть выявлена только видом или только разрезом (рис. 72, ***а***, ***б***).

При этом выполнять два изображения — вид и разрез — нерационально. В этом случае вместо двух отдельных изображений (вида и разреза) прибегают к соединению (совмещению) двух изображений: части вида с частью соответствующего разреза (рис. 73). Если вид и соединяемый разрез предмета симметричны, то объединяют половину вида с половиной соответствующего разреза.

На изображении, показывающем половину вида, линии невидимого контура не наносятся, так как внутреннее строение детали показано на разрезе.

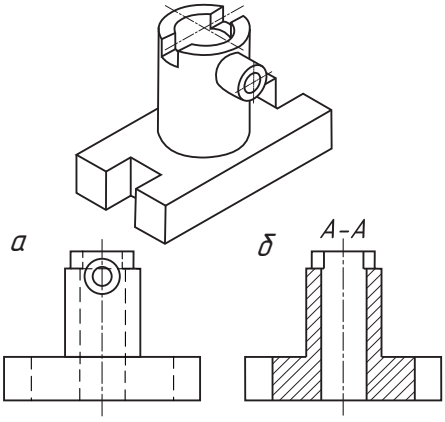


Рис. 72. Варианты чертежа детали: ***а*** — вид; ***б*** — разрез

Используя рисунок 73, опишите последовательность выполнения соединения половины вида и половины разреза.

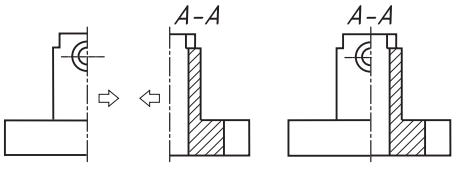


Рис. 73. Образования соединения половины вида и половины разреза

Для симметричной детали вид, объединенный с разрезом, отделяют друг от друга штрихпунктирной линией, которая является одновременно и осью симметрии изображенной детали (см. рис. 73).

В несимметричных фигурах вид и разрез можно разделить сплошной тонкой волнистой линией (рис. 74).

Разрез располагают справа от вертикальной оси симметрии или ниже горизонтальной оси симметрии.

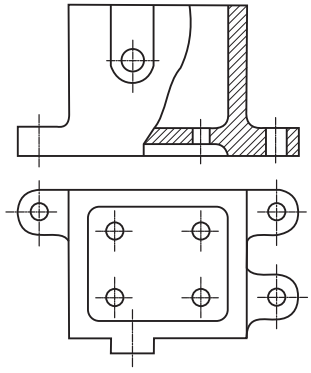


Рис. 74. Расположение части вида и части разреза

Правообладатель Народная асвета

Правила соединения половины вида и половины разреза

1. Граница между видом и разрезом — ось симметрии (рис. 75).

2. Разрез на чертеже всегда располагают справа от оси симметрии (если ось симметрии вертикальная), а вид — слева. При совмещении по горизонтальной оси симметрии — вид располагается сверху, а разрез снизу.

3. На половине вида штриховые линии, изображающие контур внутренних очертаний, не проводят.

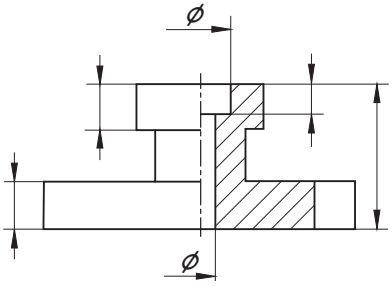
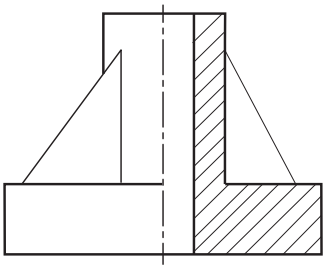


Рис. 75. Правила выполнения соединения вида и разреза

4. Размерные линии, относящиеся к элементу детали, вычерченному только до оси симметрии (например, отверстия), ограничивают с одной стороны стрелкой, разрывая размеренную линию за осью симметрии на расстоянии 2—5 мм. Размер указывают полный.

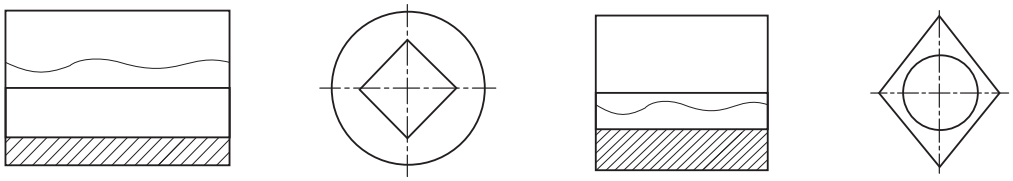
5. Размеры внутренних элементов детали предпочтительно наносить со стороны разреза, внешних — со стороны вида.

Условности и упрощения. При соединении части вида и части разреза допускаются некоторые условности и упрощения:



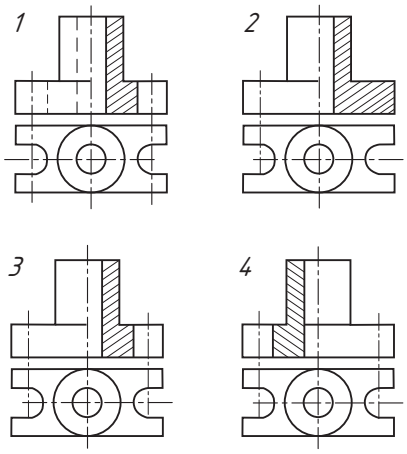
- тонкие стенки и ребра жесткости при выполнении разрезов вдоль показываются не рассеченными;
- при соединении половины вида и половины разреза, если с осевой линией совпадают ребра предмета, то часть вида и часть разреза разделяют сплошной волнистой линией. Эта линия должна быть расположена так, чтобы ребро было показано на изображении. Если оно расположено на внутренней поверхности, то дают больше половины разреза (***а***), если наружной — больше половины вида (***б***).

а *б*

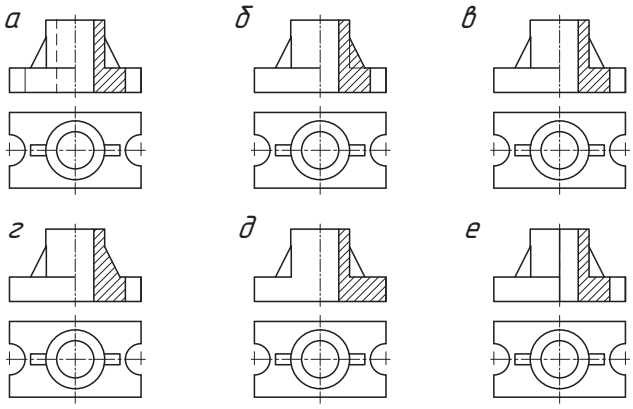


Правообладатель Народная асвета

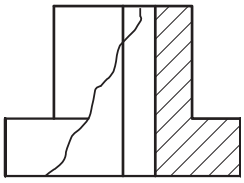
Как вы считаете, на каком чертеже соединение половины вида и половины разреза выполнено правильно?



1. В каких случаях рекомендуется соединять часть вида и часть разреза?
2. Какой линией разделяют часть вида и часть разреза?
3. Нужно ли показывать на половине вида внутренние очертания предмета и почему?
4. В чем заключается особенность нанесения размеров на половине вида и половине разреза?
5. Каким образом соединяется часть вида и часть разреза, если на ось симметрии изображения проецируется ребро детали, расположенное на ее наружной поверхности?
6. Найдите правильно выполненное соединение вида и разреза.



На рисунке показано соединение половины вида и половины разреза предмета. Постройте его вид сверху.

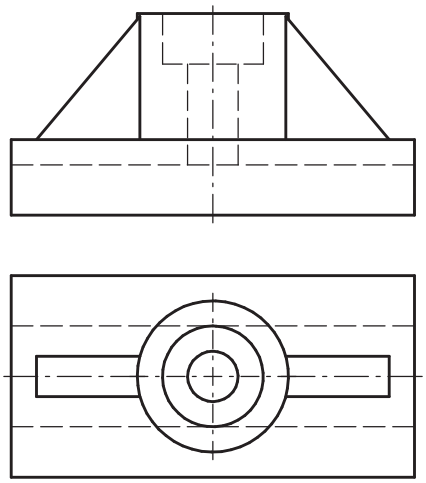


Правообладатель Народная асвета

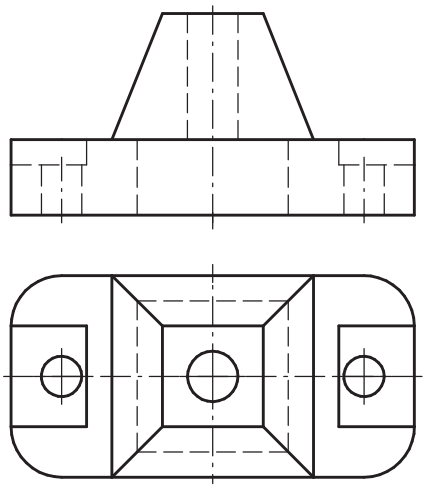
Практическая работа № 13. Соединение половины вида и половины разреза

В рабочей тетради по произвольным размерам с соблюдением пропорций выполните чертеж детали в трех проекциях. На главном виде выполните соединение половины вида и половины разреза.

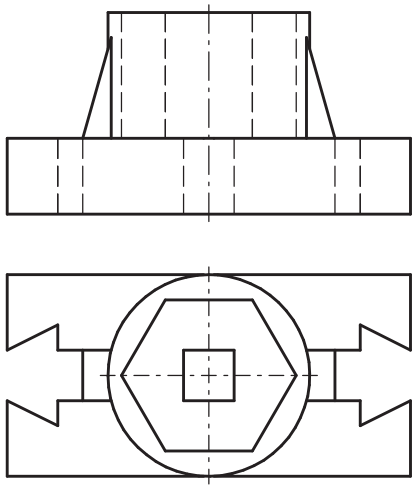
Вариант 1



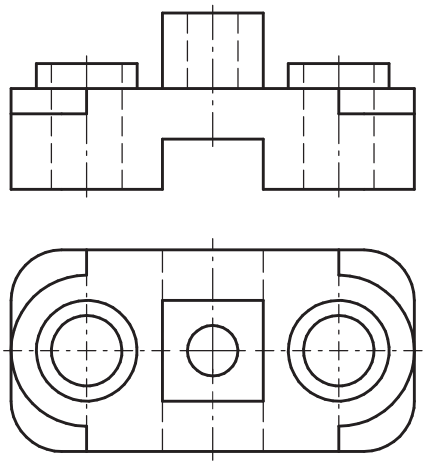
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Правообладатель Народная асвета

§ 24. Понятие о сечении. Выполнение и обозначение сечений

В каких случаях обозначают фронтальные, горизонтальные и профильные разрезы? Какой линией соединяют часть вида и часть разреза?

Вы узнаете: что такое сечение и для чего его применяют, виды, правила выполнения и обозначения сечений на чертежах.

Вы научитесь: выполнять и обозначать сечения.

Любой чертеж должен давать наиболее полное представление о форме изображаемого на нем предмета. Вам уже известно, как на чертежах изображают предметы с помощью видов и разрезов. Бывают также другие изображения, которые дают возможность лучше понять форму предмета. К таким изображениям относятся сечения. Сечения наиболее часто применяют для того, чтобы показать поперечную форму предмета и форму отверстий, углублений, срезов и вырезов на поверхностях округлых деталей. Сечение может являться составной частью разреза или самостоятельным изображением.

Сечение — изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета секущей плоскостью.

На сечении показывают только ту фигуру, которая получается в секущей плоскости.

Для получения сечения предмет мысленно рассекают секущей плоскостью в том месте, где необходимо уточнить форму предмета (рис. 76). В секущей плоскости получают фигуру сечения.

Линии контура предмета, находящиеся за секущей плоскостью, не показывают.

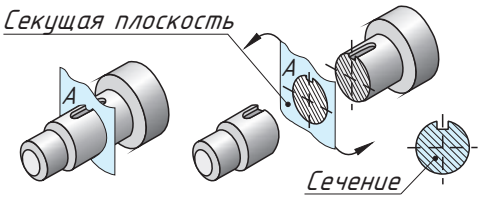


Рис. 76. Образование сечения

Объясните, в чем различие сечения от разреза.

Классификация сечений. В зависимости от размещения относительно вида изображаемого на чертеже предмета различают вынесенные и наложенные сечения (рис. 77).

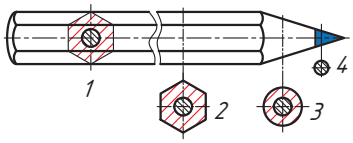


Рис. 77. Сечения

На ваш взгляд, какие сечения относятся к вынесенным, а какие к наложенным? Используя рисунок 77, объясните, в чем их особенности.

Правообладатель Народная асвета

Вынесенными называют сечения, расположенные вне контура изображений детали. Вынесенное сечение допускается располагать на свободном поле чертежа. Оно может быть размещено:

- непосредственно в проекционной связи (рис. 78, ***а***);
- на продолжении линии сечения (если предмет симметричен). При этом линию сечения показывают штрихпунктирной линией (рис. 78, ***б***).
- в разрыве между частями вида; при этом условный разрез на виде ограничивают тонкой волнистой линией (рис. 78, ***в***).

Контур вынесенного сечения обводят сплошной толстой основной линией.

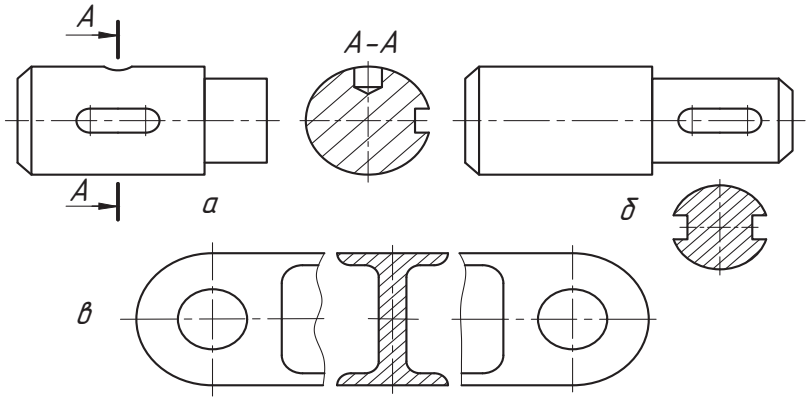


Рис. 78. Вынесенные сечения

Используя рисунок 79, определите, какие сечения выполнены правильно в соответствии с направлением взгляда, который указан стрелками.

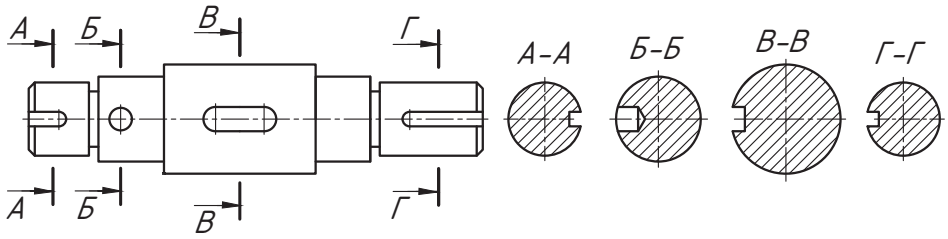


Рис. 79. Вынесенные сечения

Наложенными называют сечения, расположенные непосредственно на видах чертежа и именно там, где проходит секущая плоскость (рис. 80). Контур наложенного сечения обводят сплошной тонкой линией. Контурные линии вида в месте, где на него накладывается фигура сечения, не должны прерываться.

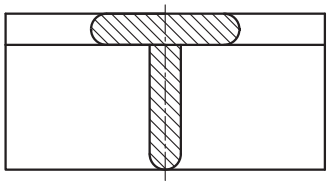


Рис. 80. Наложенное сечение

Правообладатель Народная асвета

Вынесенным сечениям следует отдавать предпочтение перед наложенными, так как последние затемняют виды чертежа и неудобны для нанесения размеров.

Обозначение сечений. Положение секущей плоскости на чертеже указывают линией сечения. Для этого применяют разомкнутую линию в виде двух штрихов. Направление, в котором нужно смотреть на мысленную секущую плоскость, указывают стрелками.

Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками.

? *Правила обозначения сечений аналогичны правилам обозначения разрезов. Используя эту информацию, объясните, каким образом обозначить вынесенное сечение.*

Если фигура сечения симметричная, то вынесенное сечение может располагаться на продолжении линии сечения, которую показывают штрихпунктирной линией. Стрелками и буквами такое сечение не образуют (см. рис. 78, ***б***, ***в***).

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то на фигуре сечения контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 81).

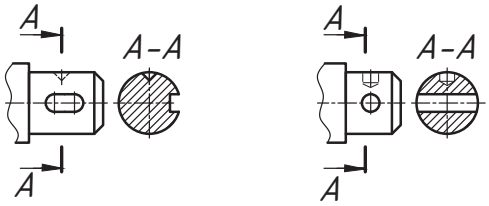


Рис. 81. Обозначение сечений

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве вида (рис. 82, ***а***) или наложенных (рис. 82, ***б***), линию сечения указывают с помощью разомкнутой прямой со стрелками, но без буквенных ее обозначений.

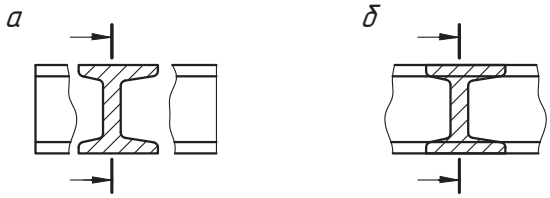
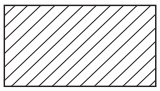
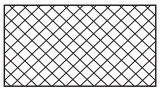
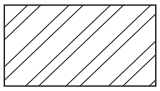
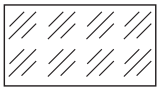


Рис. 82. Обозначение несимметричных сечений

На фигуре сечения, как и на других изображениях на чертеже, в случае необходимости наносят размеры.

Правообладатель Народная асвета

Графические обозначения материалов в сечениях. Для придания чертежу большей наглядности и выразительности, для обозначения материалов в сечениях так же, как и разрезах, введены графические обозначения.

Металлы и твердые сплавы	
Неметаллические материалы, в т. ч. волокнистые, монолитные и плитные материалы	
Керамика и силикатные материалы для кладки	
Стекло и другие светопрозрачные материалы	

Графическое обозначение материалов в сечениях выполняют тонкими параллельными линиями, которые проводят под углом 45° к линии контура изображения или его оси (рис. 83).

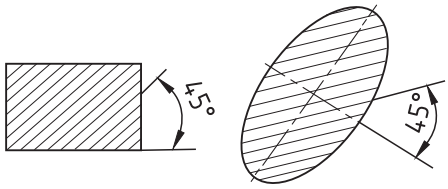


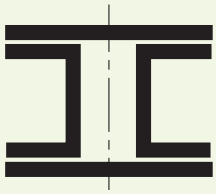
Рис. 83. Направление линий штриховки в сечениях

Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом 45°, совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° следует брать угол 30° или 60°.

Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки должно быть одинаковое для всех выполняемых в одном и том же масштабе сечений данной детали в пределах от 1 до 10 мм.

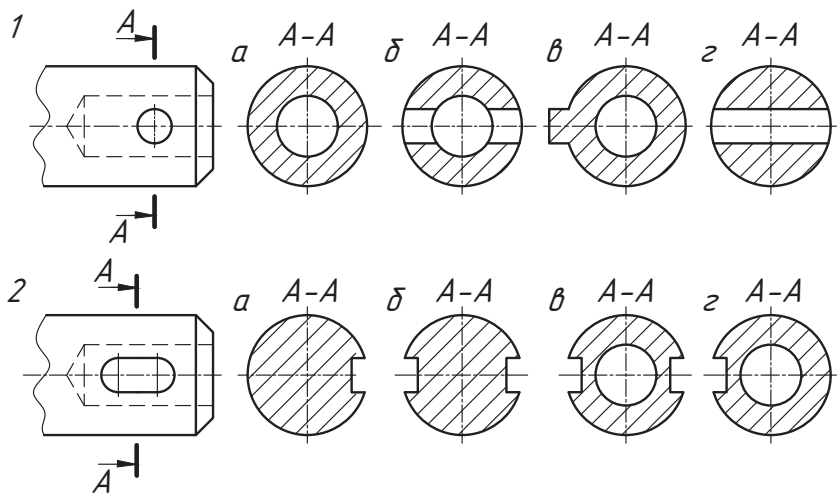
Линии штриховки наносят с наклоном влево или вправо, но в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к данному чертежу.

Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными, так как на них трудно наносить и читать штриховку.

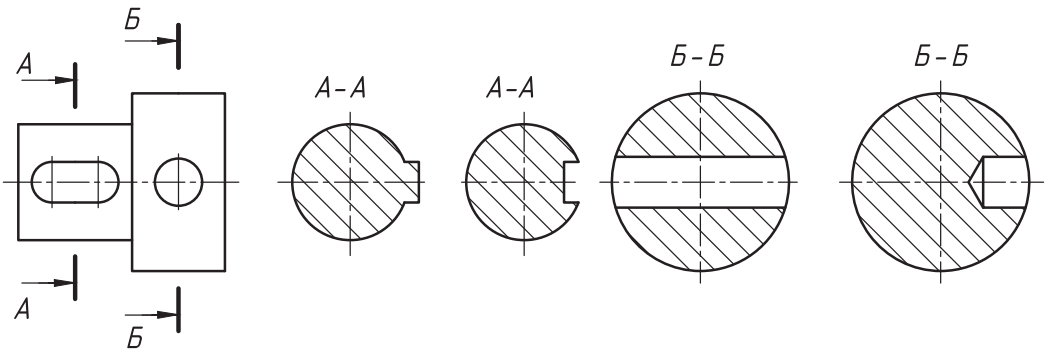


Правообладатель Народная асвета

1. Какое изображение называют сечением? Какая информация содержится в сечениях?
2. Как подразделяются сечения в зависимости от их расположения на чертеже?
3. Линиями какой толщины обводят контур наложенного и вынесенного сечения?
4. В каких случаях изображение вынесенного сечения сопровождают надписью? Какие буквы используют для этого?
5. Как изображают линию сечения? Каково начертание разомкнутой линии?
6. Как показывают в сечении контур отверстия, если секущая плоскость проходит через ось тела вращения?
7. Определите, какое из сечений соответствует направлению взгляда, форме предмета, правилам выполнения сечений (*см. Памятку 9, с. 177*).



Рассмотрите формы сечений, которые возможны при рассечении предмета воображаемыми секущими плоскостями А—А и Б—Б. Аргументируйте необходимость изображения сечений детали.

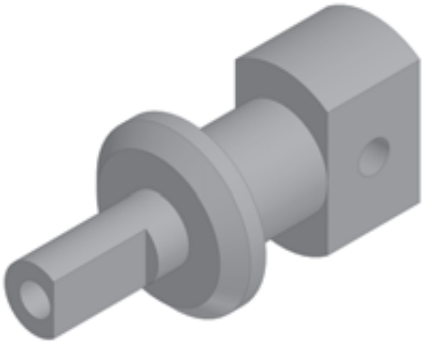


Правообладатель Народная асвета

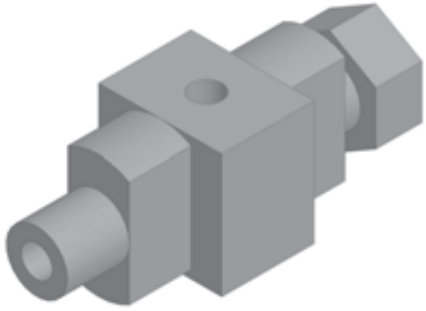
Практическая работа № 14. Выполнение сечений

В рабочей тетради по произвольным размерам с соблюдением пропорций выполните чертеж детали (вид спереди). Формы отдельных частей детали покажите сечениями. Отверстия во всех деталях сквозные.

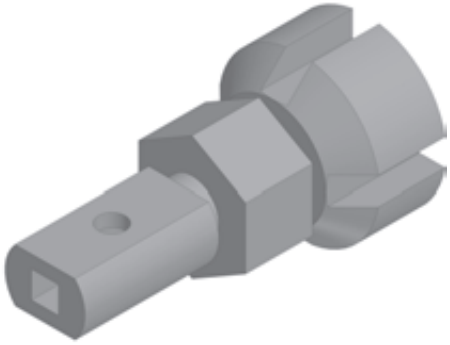
Вариант 1



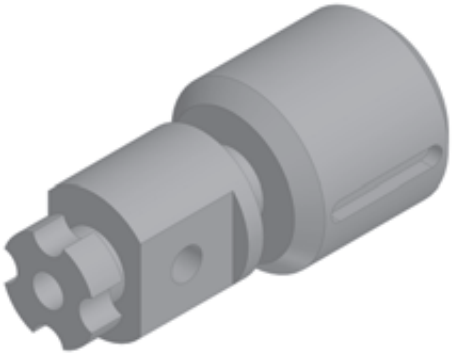
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Правообладатель Народная асвета

§ 25. Изображение и обозначение резьбы

Как вы считаете, где применяется резьба, каково ее назначение? Приведите примеры изделий с резьбой.

Вы узнаете: какие имеются виды резьбы, каковы ее размеры, элементы, как изображается и обозначается резьба на чертежах.

Вы научитесь: выполнять чертежи стандартных крепежных изделий (болта, винта, гайки, шпильки), имеющих резьбу.

Многие изделия состоят из двух и более деталей, соединенных между собой определенным образом. Наиболее распространенными соединениями деталей являются резьбовые. Детали соединяют с помощью резьбы, образованной на их поверхностях, а также с помощью крепежных деталей, имеющих резьбу (рис. 84).

Рис. 84. Детали с резьбой

Резьба представляет собой совокупность винтовых выступов и впадин, нанесенных по винтовой линии на внутреннюю и внешнюю боковую поверхность некоторых тел вращения.

Образуется резьба следующим образом. При вращении патрона токарного станка равномерно вращается и закрепленный на нем стержень. Подведенный к поверхности стержня резец при равномерном движении вдоль оси стержня прочертит на его поверхности винтовую линию. Если его углубить в равномерно вращающуюся заготовку, то на ее поверхности образуется винтовая канавка — резьба (рис. 85). Фигура сечения винтовой канавки и выступа резьбы плоскостью, проходящей через ось резьбы, называется профилем резьбы.

Рис. 85. Образование резьбы

В зависимости от расположения резьбы на поверхности стержня или отверстия она бывает наружной или внутренней. В резьбовом соединении наружная резьба наносится на болт, винт и др. Внутренняя резьба наносится на поверхность отверстия в гайке, гнезде и др.

Правообладатель Народная асвета

Классификация резьбы, ее основные элементы и параметры. По форме профиля резьба бывает треугольная, трапецеидальная, прямоугольная, упорная и др. (рис. 86).

Рис. 86. Виды резьбы по профилю

Используя дополнительные источники информации, найдите области применения резьб различного профиля.

Выделяют основные элементы и параметры резьбы: наружный и внутренний диаметры, шаг, угол профиля (рис. 87).

Наружный (внешний, номинальный) диаметр резьбы ***D*** — диаметр, описанный около резьбовой поверхности, условно характеризующий размеры резьбы и используемый при ее обозначении.

Внутренний диаметр резьбы ***d*** — диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, вписанного в резьбовую поверхность.

Шаг резьбы ***P*** — расстояние между параллельными сторонами или вершинами двух рядом лежащих витков, измеренное вдоль оси резьбы.

Угол профиля β — угол между смежными боковыми сторонами профиля.

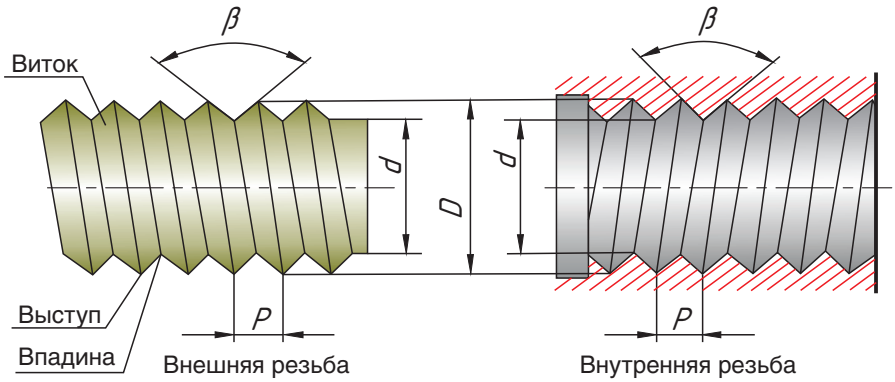


Рис. 87. Основные элементы резьбы

Также важным параметром является *длина резьбы* — длина участка поверхности, на котором образована резьба.

Обозначение резьбы на чертеже. Резьба на чертеже изображается не так, как мы ее видим, а упрощенно (условно) в соответствии с правилами стандарта *ГОСТ 2.311-68 ЕСКД. Изображение резьбы*. Независимо от профиля резьбы ее условное изображение всегда одинаково.

Правообладатель Народная асвета

На внешней поверхности (на стержне) по наружному диаметру резьбу изображают сплошными толстыми основными линиями, по внутреннему диаметру — сплошными тонкими линиями (рис. 88). На виде слева резьбу показывают сплошной тонкой линией в виде дуги, примерно равной 3/4 окружности.

На внутренней поверхности (в отверстии) резьбу показывают сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими — по наружному (см. рис. 88).

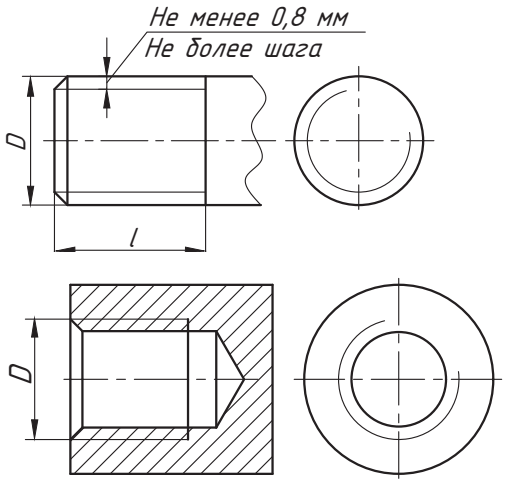


Рис. 88. Изображение резьбы: внешней (вверху) и внутренней (внизу)

Сплошную тонкую линию проводят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

Штриховку в разрезах доводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии.

Чтобы указать резьбу на чертеже, к ее изображению добавляют надпись в виде условного обозначения.

? *В чем заключается отличие условного изображения резьбы на стержне от условного обозначения резьбы в отверстии?*

Метрическая резьба и ее обозначение

Основным типом резьбы, применяемой для крепежных целей, является метрическая резьба. Профилем метрической резьбы является равносторонний треугольник с углом 60° при вершине (рис. 89).

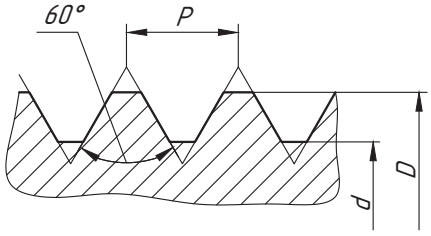


Рис. 89. Изображение метрической резьбы

В условное обозначение резьбы входят: буква ***M***, наружный (номинальный) диаметр резьбы в миллиметрах (рис. 90).

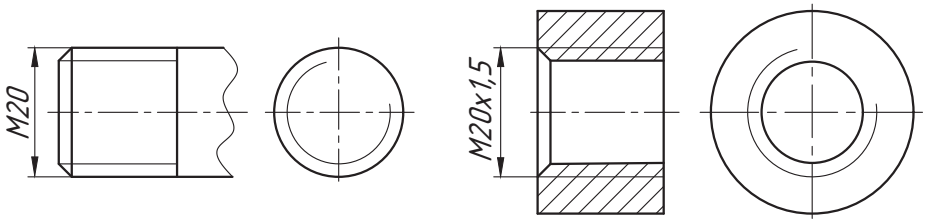


Рис. 90. Условное обозначение метрической резьбы

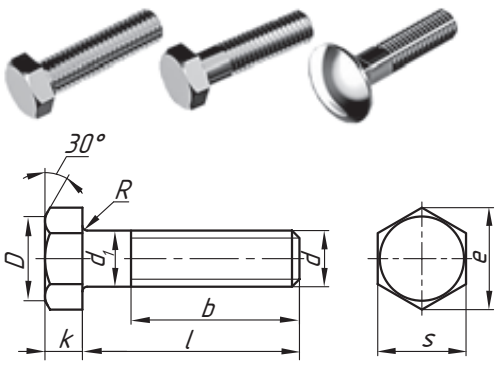
Правообладатель Народная асвета

Метрическую резьбу выполняют с крупным и мелким шагом. В обозначении метрической резьбы крупный шаг не указывают, например *М20*. Мелкий шаг указывают через знак умножения, например М 20 х 1,5 (где 1,5 — шаг резьбы).

Для каких целей применяют метрическую резьбу с мелким и крупным шагом? Приведите примеры, используя дополнительные источники информации.

Многие изделия собирают с применением резьбовых деталей — винтов, болтов, гаек, шпилек и др. Они соединяют отдельные детали в единое изделие, поэтому их называют крепежными. Для удобства использования в производстве такие детали стандартизированы и взаимозаменяемы.

Болт — цилиндрический стержень с наружной резьбой на одном конце и головкой на другом. Образует соединение при помощи гайки или резьбового отверстия в одном из соединяемых изделий. Существуют различные типы болтов, отличающиеся друг от друга по форме и размерам головки (шестигранная, полукруглая, потайная) и стержня, по шагу резьбы. Наиболее распространены болты с шестигранной головкой.

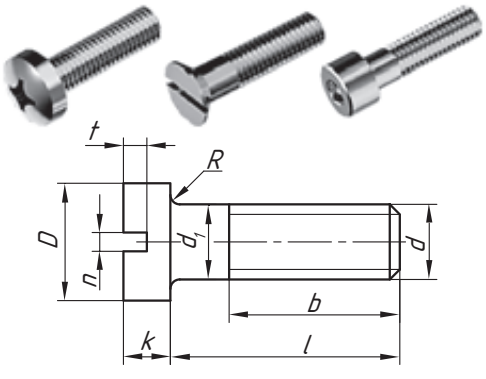


Пример условного обозначения болта: Болт М 12 х 60 ГОСТ 7798-70 — с шестигранной головкой, резьбой М 12, шаг резьбы крупный, длина стержня 60 мм.

Какую длину имеет болт, обозначение которого «Болт М 20х55»?

Винт — цилиндрический стержень с наружной резьбой на одном конце и конструктивным элементом для передачи крутящего момента на другом. По назначению винты разделяются на крепежные и установочные. Крепежи винтов применяются для соединения деталей путем ввертывания винта резьбовой частью в одну из соединяемых деталей.

В зависимости от условий работы винты изготовляются с цилин-



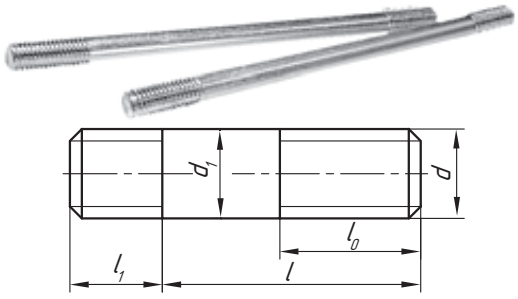
Правообладатель Народная асвета

дрической, полукруглой, полупотайной или потайной головкой со шлицем, под отвертку, а также с головкой под ключ и с рифлением.

Пример условного обозначения винта: Винт М12 х 50 ГОСТ 1491-80 — с цилиндрической головкой, резьбой М12, шаг резьбы крупный, длина стержня 50 мм.

? *Используя дополнительные источники информации, определите в чем различия между винтом и болтом.*

Шпилька — цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах или по всей длине стержня. Служит для соединения двух или нескольких деталей. Один конец шпильки ввинчивается в резьбовое отверстие детали, а на другой конец навинчивается гайка. Конструкция и размеры шпилек определяются стандартами в зависимости от длины резьбового конца.



При изображении шпильки вычерчивают только один вид на плоскости, параллельной оси шпильки, и указывают размеры резьбы, длину шпильки и ее условное обозначение.

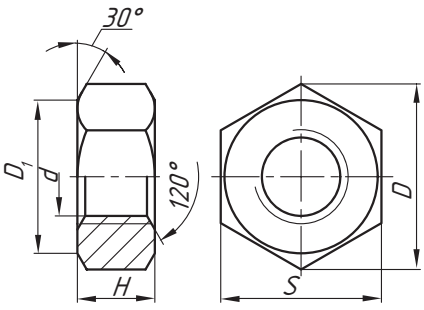
Пример условного обозначения шпильки: Шпилька М8 х 60 ГОСТ 22038-76 — с крупной метрической резьбой диаметром 8 мм, длина стержня 60 мм, предназначена для ввертывания в легкие сплавы, длина резьбового конца 16 мм.

? *Приведите примеры, где применяется соединение шпилькой.*

Гайка — крепежная деталь с резьбовым отверстием и конструктивным элементом для передачи крутящего момента. Применяется для навинчивания на болт или шпильку до упора в одну из соединяемых деталей. В зависимости от конструкции и условий применения гайки выполняют шестигранными, круглыми, барашковыми, фасонными и т. д.

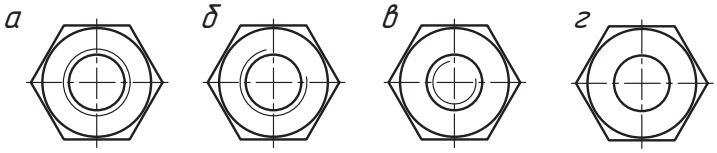
Наибольшее применение имеют гайки шестигранные.

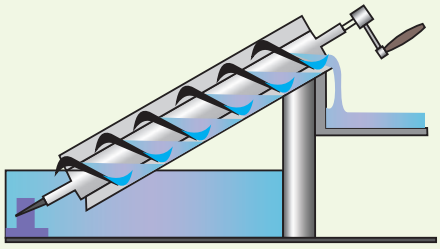
Пример условного обозначения гаек: Гайка М12 ГОСТ 5915-70 — с диаметром резьбы 12 мм, шаг резьбы крупный.



Правообладатель Народная асвета

На каком чертеже изображен вид гайки сверху?



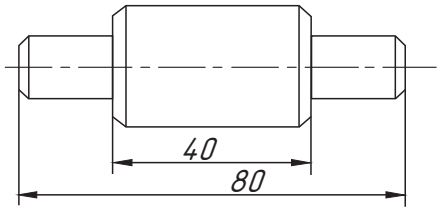


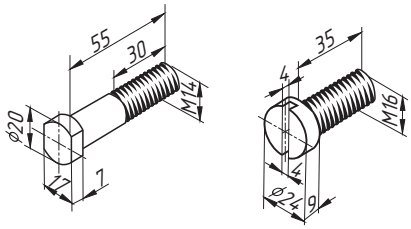
Винтовая линия (поверхность) была известна человеку с очень давних времен. Еще в Древнем Египте применялось водоотливное приспособление, представляющее собой гладкое бревно с прикрепленными на его поверхности облегающими планками, образовывающими спираль.

При вращении бревна вода по этой спирали поднималась вверх. В дошедших до нашего времени описаниях имеются сведения о таком же винте, изобретение которого приписывается Архимеду.

Однако современная история резьбы начинается только в XIX в. Британский изобретатель Генри Модсли считается одним из создателей токарно-винторезного станка, с помощью которого стало возможным нарезание точной резьбы. В середине XIX в. другой британский инженер-механик и изобретатель Джозеф Витворт в 1841 г. предложил профиль винтовой канавки и разработал систему стандартизации резьбы. Дату появления резьбы можно считать датой начала промышленной революции.

1. Почему резьба на чертеже изображается условно?
2. Чем отличаются между собой условные обозначения метрической резьбы с мелким и крупным шагом? Приведите примеры.
3. Какой шаг указывают в обозначении резьбы?
4. Дочертите условное изображение резьбы М 20х1,5 на стержне, длина резьбы 40 мм. Начертите вид слева.
5. Определите, в чем отличие гаек друг от друга, если их обозначение Гайка М 24 и Гайка М 24х2.
6. По наглядному изображению выполните эскизы деталей с резьбой. Определите вид крепежного изделия.





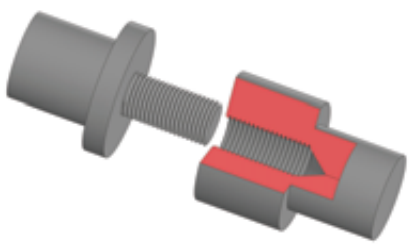
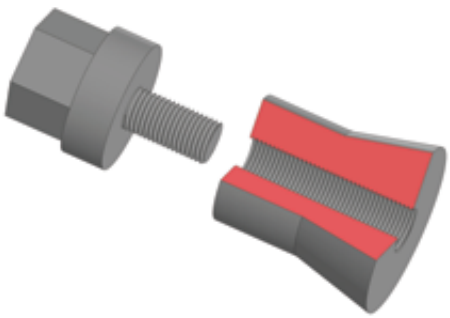
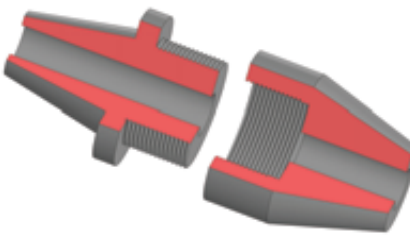
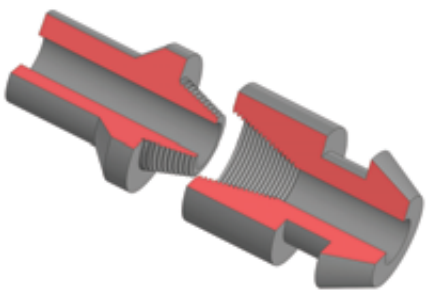
Правообладатель Народная асвета

Вычертите чертеж по описанию.

Цилиндрический стержень длиной 100 мм, на правом торце которого имеется фаска 2 х 45°. На конце стержня с фаской на длине 45 мм нарезана метрическая резьба М 24 с крупным шагом. На другом конце стержня изображен конструктивный элемент квадратного сечения для захвата ключом (сторона квадрата — 20 мм, длина — 25 мм). Нанесите размеры.

Практическая работа № 15. Резьбовое соединение

На формате А4 по произвольным размерам, соблюдая пропорции, выполните чертеж деталей резьбового соединения в сборе. При выполнении чертежа примените необходимые сечения и разрезы. Количество видов определите самостоятельно.

Вариант 1 	*Вариант 2* 
Вариант 3 	*Вариант 4* 

Правообладатель Народная асвета

§ 26. Соединения деталей. Чертежи резьбовых соединений деталей

Какие виды соединений деталей вам известны? Назовите их.

Вы узнаете: на какие группы делятся соединения деталей в изделии, какие существуют типовые соединения, как изображаются некоторые типовые соединения деталей на чертежах.

Вы научитесь: выполнять чертежи резьбовых соединений.

Соединения деталей. Многие изделия (например, машины) состоят из множества самых разнообразных деталей, которые соединяются различными способами. Способ соединения деталей зависит от материала самих деталей. В зависимости от характера выполнения соединений их разделяют на разъемные и неразъемные (рис. 91).

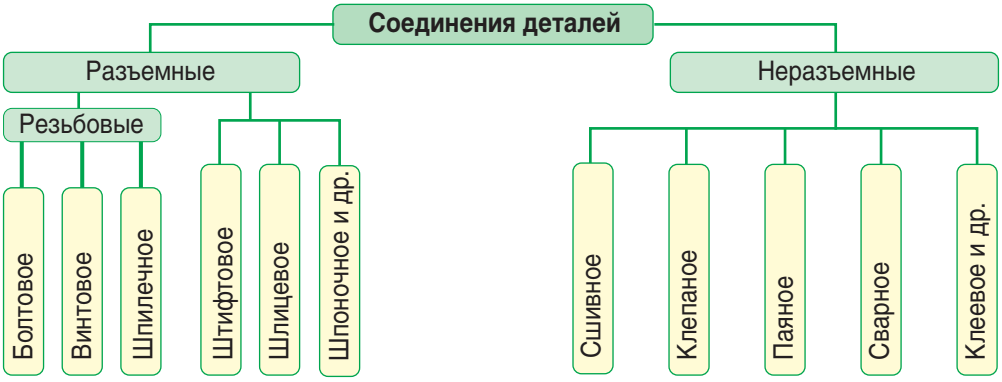


Рис. 91. Виды соединений

Разъемными называют соединения, которые можно разбирать и вновь собирать без разрушений и повреждений деталей. К таким соединениям относят: болтовые, винтовые, шпилечные и т. д.

К *неразъемным* относят соединения, которые нельзя разобрать без нарушения или повреждения деталей (соединения деталей заклепками, пайкой, сваркой и т. д.).

Разъемные резьбовые соединения. Резьбовое соединение состоит из двух деталей: стержня, на конце которого нарезана резьба, и детали с глухим резьбовым отверстием (рис. 92).

В резьбовых соединениях, изображенных на разрезе, резьба стержня закрывает резьбу отверстия. В отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня. Штриховка доводится до сплошных основных толстых линий.

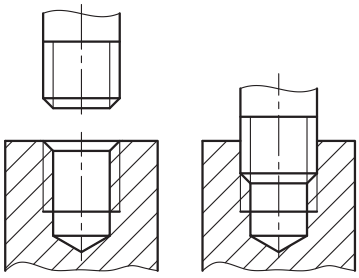
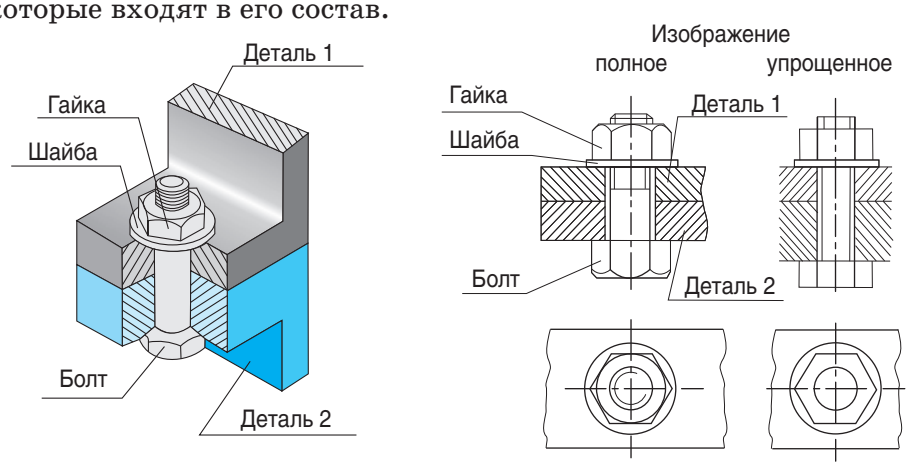


Рис. 92. Пример резьбового соединения

Правообладатель Народная асвета

Рассмотрим примеры разъемных резьбовых соединений — болтового, винтового и шпилечного.

Болтовое соединение. Такое соединение состоит из двух деталей, соединенных с помощью болта и гайки. В деталях просверливают отверстие, диаметр которого немного больше, чем диаметр болта. Чтобы предотвратить разрушение детали при завинчивании гайки, на стержень болта надевается шайба. Чертеж такого соединения состоит из изображений деталей, которые входят в его состав.



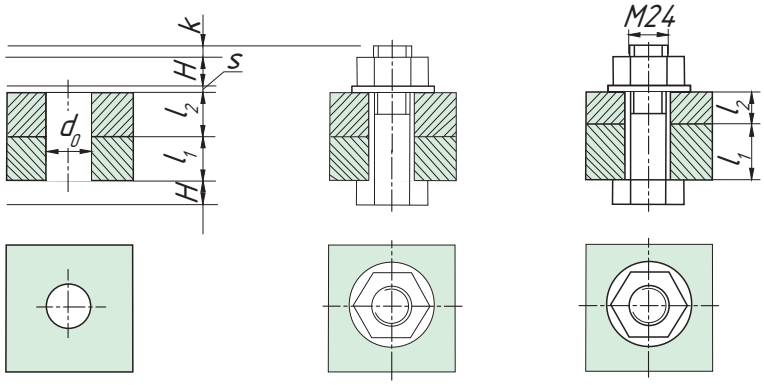
Болт, гайка и шайба в разрезах показываются не рассеченными. Часто на чертежах резьбовое соединение показывают упрощенно (условно).

Рассмотрим последовательность построения болтового соединения.

1) Сначала вычерчивают соединение детали.

2) Затем дочерчивают болт, вспомогательное отверстие в деталях. Далее чертят шайбу, надетую на болт, и затем — гайку.

В соединении длина болта связана с толщиной соединяемых деталей. Если толщина одной из соединяемых деталей составляет $l_1 = 25$ мм, второй — $l_2 = 35$ мм, то для них толщина шайбы составляет s, высота гайки — H и запас выходящего из гайки резьбового конца болта — $к = 0{,}25\,d$, т. е. длина болта $l = l_1 + l_2 + s + H + k$.

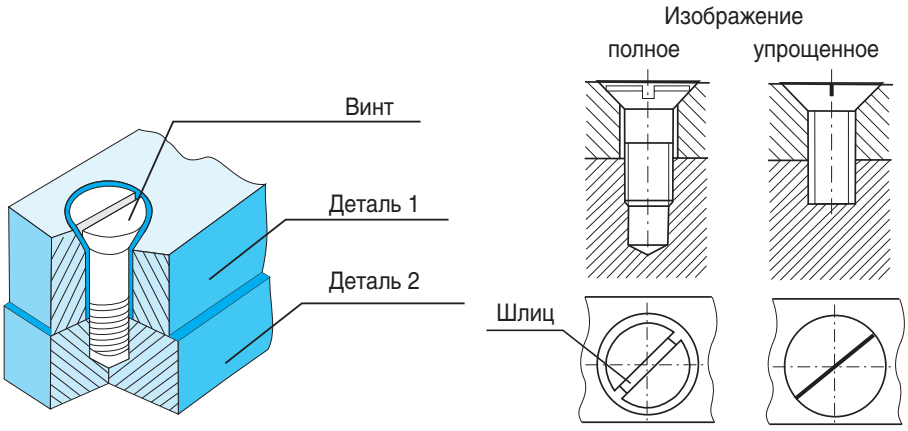


Правообладатель Народная асвета

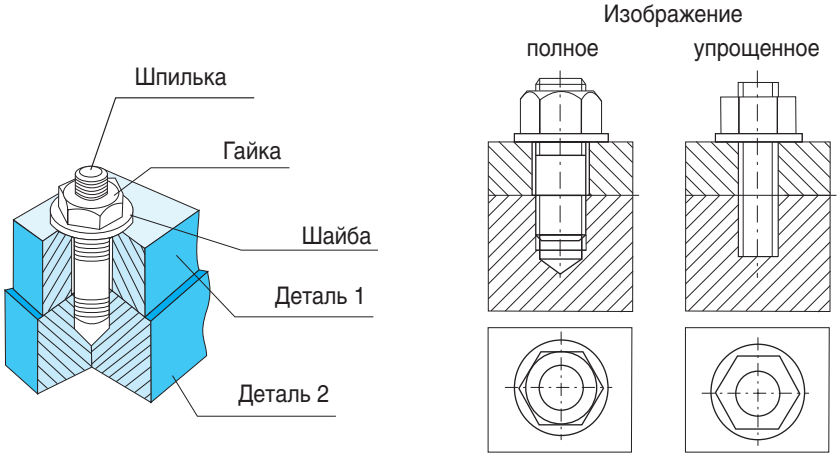
Винтовое соединение. Соединение винтом включает соединяемые детали и винт с шайбой. Резьбовая часть винта ввинчивается в резьбовое отверстие детали. В соединениях винтами с потайной головкой шайбу не ставят.

Если применяется винт с потайной или полупотайной головкой, то на соответствующей стороне отверстия детали должна быть выполнена разенковка (рассверливание отверстий) под головку винта.

Если диаметр головки винта меньше 12 мм, то шлиц рекомендуется изображать одной утолщенной линией.



Шпилечное соединение. Такое соединение состоит из шпильки, шайбы, гайки и соединяемых деталей. Соединение деталей шпилькой применяется тогда, когда нет места для головки болта или когда одна из соединяемых деталей имеет значительную толщину.



Помните! При упрощенном изображении резьбовых соединений:

- зазоры между стержнем болта и отверстием под него не показывают;
- дуги скругления фасок на головке болта и гайке, а также фаски на стержне не вычерчивают;

Правообладатель Народная асвета

- линию границы резьбы на стержне не показывают, а тонкую линию внутреннего диаметра резьбы проводят по всей длине стержня;
- на виде сверху резьбу на стержне болта, винта, шпильки не изображают.

Первые болты с резьбой появились в XV в., болты без нарезки, имеющие весьма ограниченное применение, начали использоваться значительно раньше. Такие болты применялись еще в Древнем Риме в дверных устройствах в качестве осевых стержней и установочных болтов, представляющих собой стержень с прорезью, в которую вставлялся клин, который препятствовал смещению болта. Не исключено, что римляне первыми стали использовать винты для дерева (шурупы), которые изготовлялись из бронзы или из серебра. Резьба на винтах нарезалась вручную или ее заменяла проволока, накрученная на стержень и припаянная к нему. Очевидно, это изобретение было утрачено с исчезновением Римской империи, поскольку первое упоминание о винтах встречается в книге, относящейся лишь к началу XV в.

Задумывались ли вы о том, почему крепежные детали (болты, гайки, винты и т. д.) выпускаются определенных размеров и типов? В качестве классического примера необходимости стандартизации служит пожар, случившийся в Балтиморе (США) в феврале 1904 г. В пожаре, возникшем в деловом центре города из-за непотушенной сигареты, пострадало около 1,5 тыс. офисных зданий. Жилые кварталы, к счастью, уцелели, и человеческих жертв не было. Огонь бушевал более 30 часов, местные пожарные не могли с ним справиться. Власти города обратились за помощью в Вашингтон и Нью-Йорк. Однако, когда из этих городов подоспела помощь, оказалось, что их пожарные рукава несовместимы с пожарными гидрантами Балтимора. Было установлено, что в стране используются более 600 видов пожарных гидрантов различных размеров. В 1905 г. Национальная противопожарная ассоциация утвердила обязательный федеральный стандарт, который вошел в историю стандартизации как «стандарт Балтимора», действующий и в настоящее время.

1. Какие существуют основные виды соединений?
2. Какие резьбовые соединения вы знаете?
3. За счет чего происходит скрепление деталей в болтовом соединении?
4. Каково назначение шайбы в соединениях?
5. Для чего применяют упрощенные изображения крепежных деталей?
6. На ваш взгляд, сколько изображений нужно, чтобы показать на чертеже болтовые соединения?

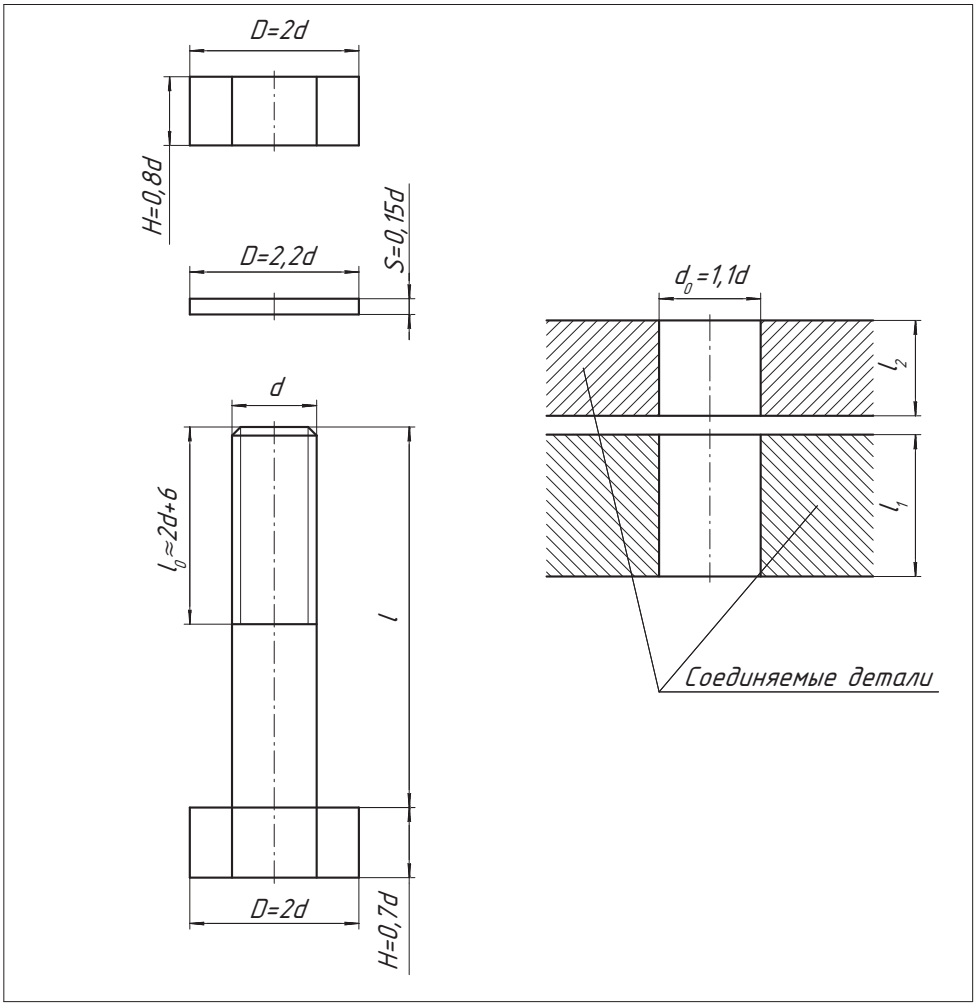
Во время выполнения разреза чертежа болтового соединения секущая плоскость прошла вдоль болта, гайки и шайбы. Как вы считаете, нужно ли их штриховать?

Правообладатель Народная асвета

Практическая работа 16. Болтовое соединение

В рабочей тетради выполните чертеж болтового соединения по данным выбранного варианта в таблице. Размеры элементов болтового соединения рассчитайте, руководствуясь рисунком. Масштаб выберите самостоятельно.

Вариант	Диаметр резьбы (d)	Толщина соединяемой детали (l_1)	Толщина соединяемой детали (l_2)	Длина стержня (l)
1	8	20	10	40
2	10	25	15	54
3	12	30	20	65
4	16	35	25	80



Правообладатель Народная асвета

§ 27. Выполнение эскиза детали

Какие виды графических изображений вам известны? Объясните, как правильно выбрать главный вид при выполнении чертежа изделия.

Вы узнаете: какие бывают виды изделий, какие еще графические документы применяют при конструировании изделий, чем эскиз отличается от чертежа.

Вы научитесь: выполнять эскизы изделий.

Все предметы окружающей нас действительности, выполненные человеком, называют изделиями. Большинство изделий изготавливают на различных промышленных предприятиях. В разработке и изготовлении сложного изделия принимают участие разные специалисты, которые в своей деятельности руководствуются требованиями ГОСТа. Стандартом *ГОСТ 2.101-2016 ЕСКД. Виды изделий* установлено определение ***изделиям***, изготовленным производственным способом.

Изделие — это предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению в организации (на предприятии) по конструкторской документации.

Изделиями могут быть средства, машины, агрегаты, аппараты, приспособления, оборудования, инструменты, механизмы и др.

Устанавливаются следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты. Основными видами изделий являются детали и сборочные единицы (изделия, собранные из отдельных деталей).

Деталь — это изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например болт, гайка, вал, литой корпус, рельс, уголок, швеллер и др.

Все детали можно разделить на три группы: стандартные; сходные по форме, но отличающиеся по размерам; оригинальные (рис. 93).

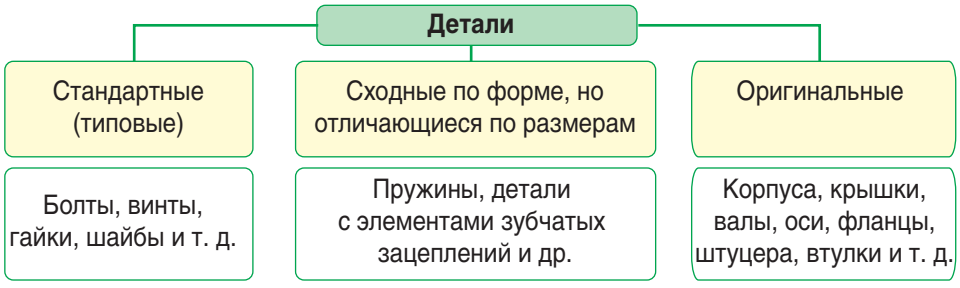

Детали
Стандартные (типовые)
Сходные по форме, но отличающиеся по размерам
Оригинальные
Болты, винты, гайки, шайбы и т. д.
Пружины, детали с элементами зубчатых зацеплений и др.
Корпуса, крышки, валы, оси, фланцы, штуцера, втулки и т. д.

Рис. 93. Группы деталей

Правообладатель Народная асвета

Общие требования к эскизам. Детали выполняют по чертежам. Конструктор при составлении чертежей обычно не имеет ни готовых деталей, ни наглядных изображений. Эти детали он конструирует, отображая на бумаге в первую очередь их форму. В процессе конструирования какого-либо изделия сначала разрабатывают ***эскиз***, дающий общее представление об устройстве и принципе работы проектируемого изделия (рис. 94). Обычно эскиз служит основой для построения рабочего чертежа изделия. Иногда деталь можно изготовить по эскизу, например, при ремонте оборудования, если необходимо взамен вышедшей из строя детали изготовить новую. В этом случае с натуральной детали снимают размеры для выполнения эскиза.

Как вам уже известно, ***эскиз*** — это чертеж, выполняемый, как правило, от руки (без применения чертежных инструментов), с сохранением пропорций элементов детали, а также в соответствии со всеми правилами и условностями, установленными стандартами (рис. 94).

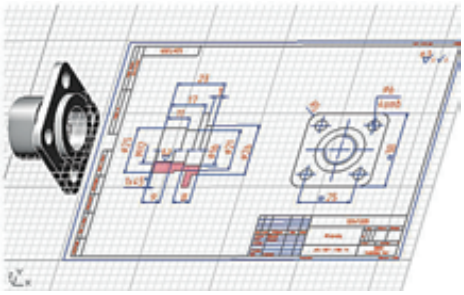
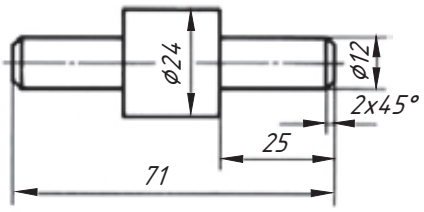


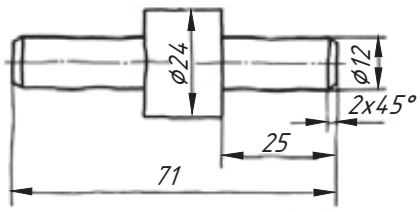
Рис. 94. Эскиз детали (пример)

Проанализируйте изображения на рисунке ***а*** *и* ***б****. Определите, где изображен чертеж, а где — эскиз изделия. Установите их сходства и различия.*

а



б



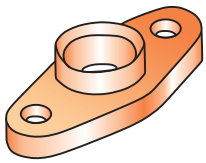
Правила выполнения эскизов

- Эскизы должны быть выполнены в соответствии со Стандартами ЕСКД на чертежи.
- Линии на эскизе должны быть ровными и четкими. Надписи выполняются чертежным шрифтом.
- Выполняют эскизы обычно на бумаге в клетку. Сетка бумаги помогает быстрее проводить горизонтальные и вертикальные линии от руки, соблюдать проекционную связь между видами.
- Окружности и их дуги следует проводить тонкими линиями циркулем с последующей обводкой от руки.

Правообладатель Народная асвета

Последовательность выполнения эскиза. Приступая к выполнению эскиза, следует соблюдать следующую последовательность:

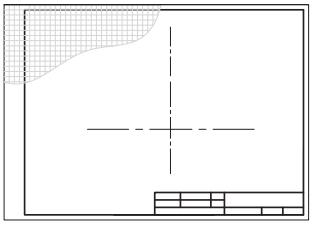
1. Внимательно рассмотрите деталь, проанализируйте ее форму и форму отдельных ее частей. Деталь рекомендуется рассматривать как совокупность простых геометрических тел.



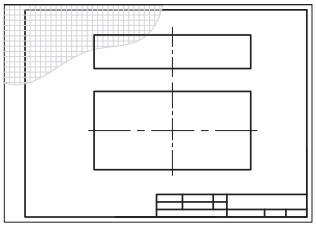
2. Определите необходимое количество видов для полного выявления формы и размеров детали.

Помните! Количество видов должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о детали. Выберите главный вид детали.

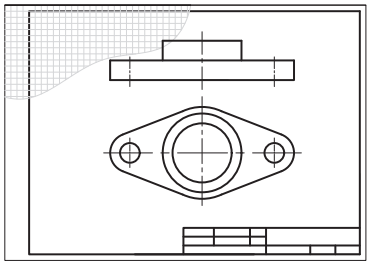
3. Начертите рамку поля чертежа и рамку основной надписи. Определите компоновку и положение видов изображения.

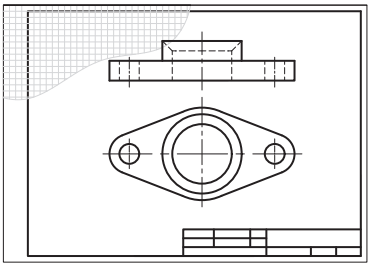


4. Выделите на листе соответствующую площадь в виде прямоугольника для каждого вида изображения. Проведите осевые линии.



5. Определив на глаз соотношения размеров, нанесите на видах внешние (видимые) контуры детали. Нанесите невидимые части и мелкие элементы детали.

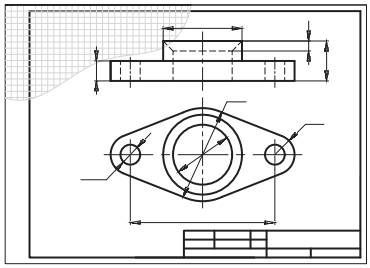


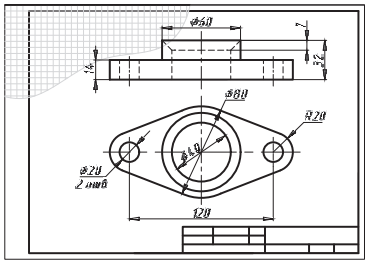


6. Нанесите выносные и размерные линии. Обведите линии контура сплошной толстой основной линией.

7. Обмерьте деталь, нанесите размерные числа.

Правообладатель Народная асвета

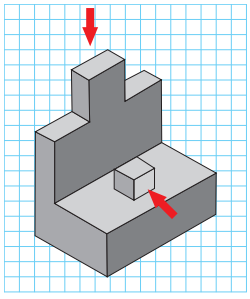




8. Заполните основную надпись (наименование детали и материал, из которого она изготовлена).

Технические измерения являются одной из важнейших основ производства. Ни одна техническая операция не выполняется без измерения размеров. Поэтому в зависимости от точности измерений применяются соответственно и измерительные инструменты, наиболее употребительные из которых: линейка стальная, кронциркуль, нутромер, штангенциркуль, микрометр, угломер, радиусомер и резьбомер.

1. Какая разница между эскизом и рабочим чертежом?
2. Когда используется эскиз детали?
3. Чем руководствуются при выборе положения детали для зарисовки главного вида?
4. Перечислите последовательность выполнения эскиза детали?
5. Расскажите, каким образом определить, где и какие размеры нанести на эскизе.
6. Выполните эскиз детали, сделав вместо выступов выемки такой же формы и размеров, расположенные на том же месте.

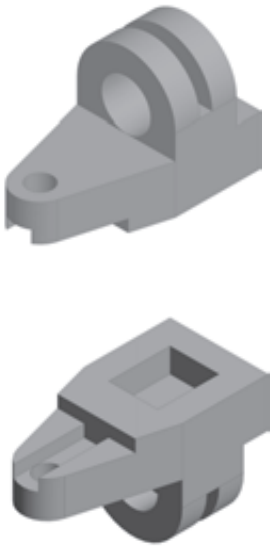


Правообладатель Народная асвета

Практическая работа № 17. Эскиз детали

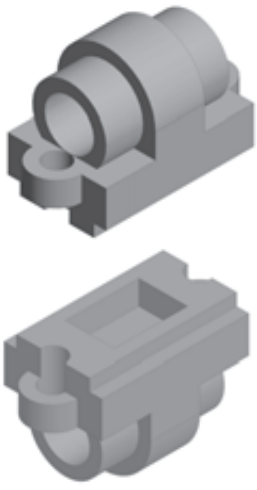
В рабочей тетради выполните эскиз детали с применением необходимых разрезов. Учитывайте габаритные размеры (40 х 50 х 80) и соблюдайте пропорции. Для получения более полного представления о форме в каждом варианте задания даны два изображения одной и той же детали.

Вариант 1

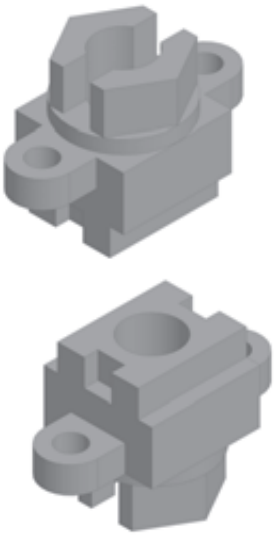


Вариант 2

Вариант 3



Вариант 4



Правообладатель Народная асвета

§ 28. Назначение и особенности чертежей общего вида и сборочного чертежа изделия

Какие соединения называются разъемными? Какие неразъемными? Что такое деталь и сборочная единица?

Вы узнаете: что называется чертежом общего вида, сборочным чертежом, в чем их различия.

Вы научитесь: определять по чертежу общего вида или сборочному чертежу количество деталей, входящих в состав сборочной единицы.

Вы уже знаете, что многие предметы, которыми пользуется человек, невозможно изготовить сплошными. Поэтому большинство изделий состоят из отдельных частей — деталей, определенным образом соединенных между собой. Изделие, собранное из отдельных деталей, называется сборочной единицей (рис. 95).

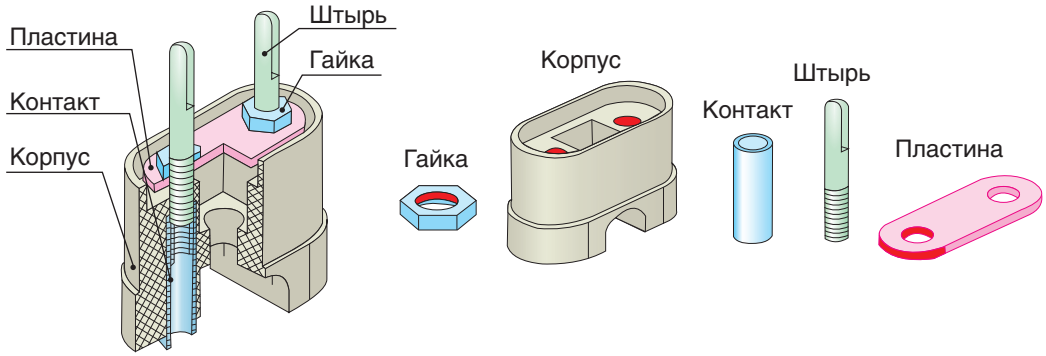


Рис. 95. Сборочная единица и детали, входящие в нее

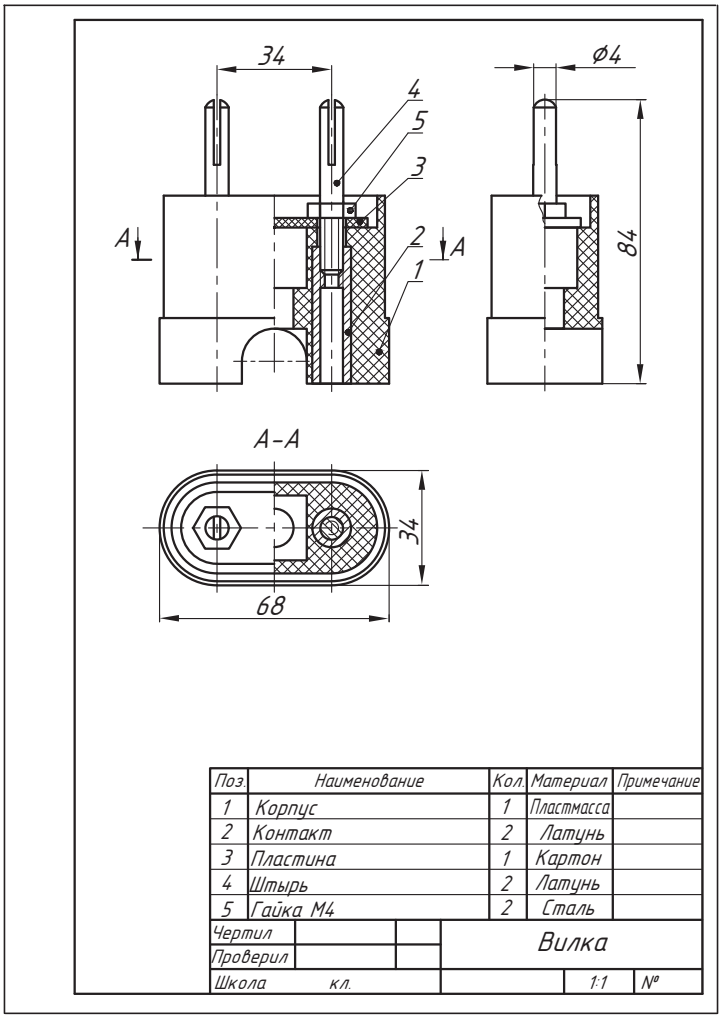
Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчивание, сварка, пайка, склеивание, клепка и т. д.).

Чертеж общего вида. Создавая сборочную единицу, разработчик, прежде всего, отображает на бумаге форму изделия (эскиз). В процессе создается чертеж общего вида, на котором все детали изображены во взаимной связи и отображена форма всех элементов. По чертежу общего вида составляется конструкторская документация: рабочие чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификация. Все эти документы оформляются по правилам стандартов ЕСКД.

Чертеж общего вида должен содержать: изображения изделия (виды, разрезы, сечения), номера позиций составных частей изделия, текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, размеры, техническую характеристику изделия.

Правообладатель Народная асвета

Чертеж общего вида сборочной единицы — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия (рис. 96).



Поз	Наименование	Кол.	Материал	Примечание
1	Корпус	1	Пластмасса	
2	Контакт	2	Латунь	
3	Пластина	1	Картон	
4	Штырь	2	Латунь	
5	Гайка М4	2	Сталь	

Чертил			Вилка	
Проверил				
Школа	кл.		1:1	№

Рис. 96. Чертеж общего вида

На главном изображении чертежа общего вида изделие обычно показывают в рабочем положении. Основные изображения изделия располагают в проекционной связи относительно главного. В отдельных случаях для более рационального использования поля чертежа часть их помещают на свободном поле и отмечают соответствующими надписями, указывающими направление взгляда.

Изображения на чертеже общего вида выполняются с упрощениями. Мелкие конструктивные элементы, используя дополнительные

Правообладатель Народная асвета

виды, сечения или выносные элементы, выполняют в увеличенном масштабе.

Количество изображений должно быть наименьшим, но достаточным, чтобы по ним можно было однозначно определить форму и размеры всех входящих в сборочную единицу деталей.

На чертеже общего вида составные части изделия указывают в таблице, размещенной на чертеже над основной надписью чертежа, и нумеруют. Эти номера называют позициями (см. рис. 96). В таблице каждой детали сборочной единицы присваивается номер позиции. Эти номера должны соответствовать номерам на полках-выносках на изображениях.

Линии-выноски проводят на том изображении, где данная составная часть представлена наиболее наглядно. Линии-выноски выполняются тонкими сплошными линиями и заканчиваются токами на изображении детали. По возможности они не должны пересекаться с размерными и выносными линиями. Номера позиций располагают на полке линии-выноски параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения. Чтобы легче было находить номера позиций, полки группируют в строку или столбик на одной линии.

Нумерацию деталей устройства начинают с его основной детали (корпуса, основания, шасси и т. п.). Сведения об изделиях записываются в следующем порядке: стандартные изделия, новые разработанные изделия.

Номер позиции наносят на чертеже один раз. Если в устройстве содержится несколько одинаковых деталей, то линией-выноской и номером позиции отмечают только одну из них, а количество таких деталей указывают в таблице составных частей устройства в соответствующей графе.

После того как выполнен чертеж общего вида, приступают к разработке рабочих чертежей каждой детали и сборочных чертежей.

Сборочный чертеж. После того как по чертежу общего вида конструктор выполнил чертежи деталей и на производстве их изготовили, следует процесс сборки изделия. Для этого необходим сборочный чертеж.

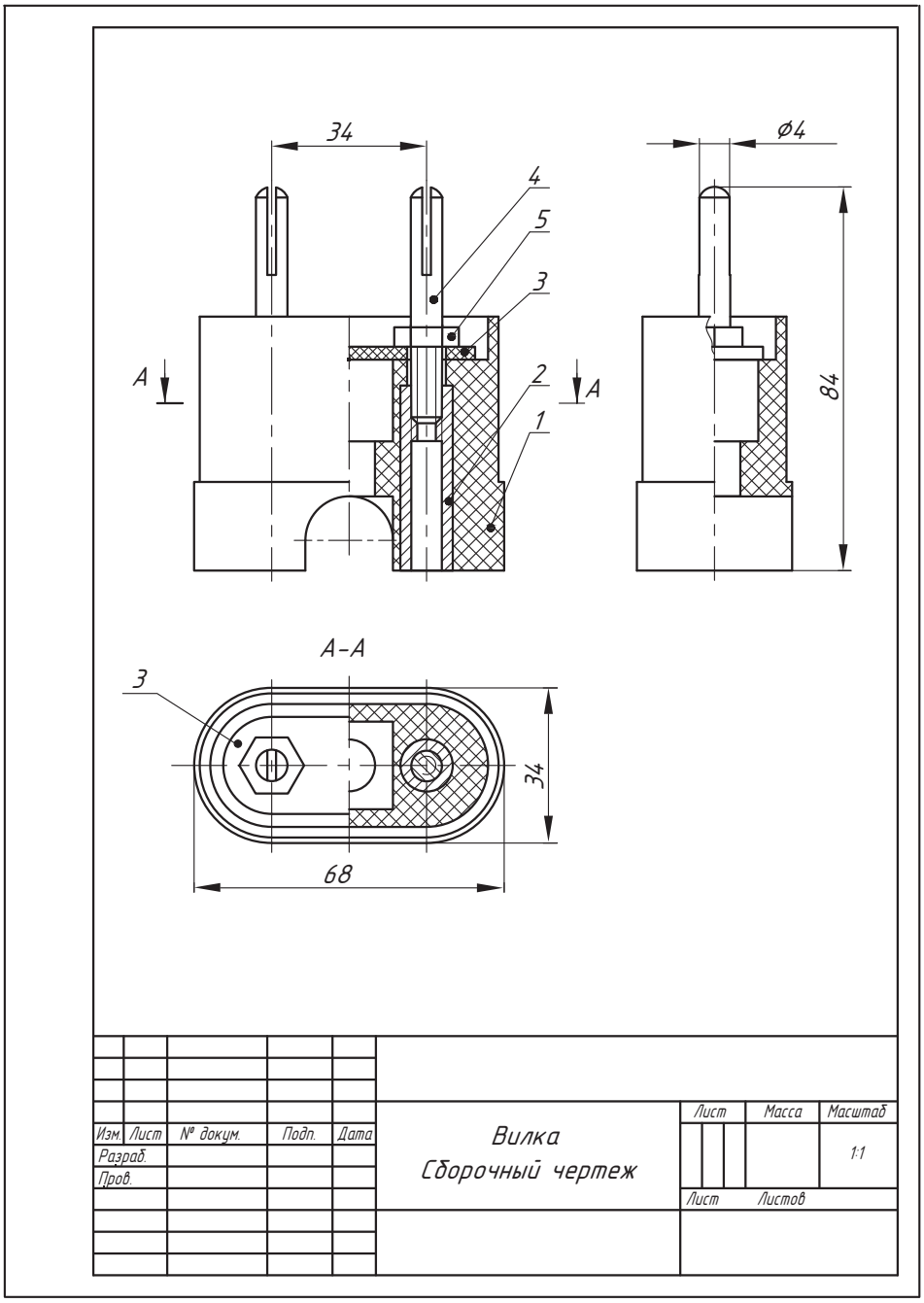
Сборочный чертеж — изображение сборочной единицы с необходимыми данными для ее сборки (изготовления) и указанием расположения деталей, способа их соединений и др.

Сборочный чертеж разрабатывается на основе чертежа общего вида и предназначается для производства. На сборочном чертеже изделия изображают в собранном виде со всеми деталями, которые в него входят.

Сборочный чертеж должен содержать изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных

Правообладатель Народная асвета

частей и способах их соединения, обеспечивающих возможность сборки и контроля сборочной единицы. Правила выполнения сборочного чертежа имеют много общего с правилами составления и выполнения чертежей общего вида. Со сборочным чертежом выполняется спецификация (рис. 97, с. 139—140).



Правообладатель Народная асвета

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Корпус	1	
		2		Контакт	2	
		3		Пластина	1	
		4		Штырь	2	
				Стандартные изделия		
		5		Гайка М4 ГОСТ5915-70	2	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.					Вилка	Лит.	Лист	Листов
Пров.								

Рис. 97. Сборочный чертеж (с. 139) и спецификация (с. 140)

Правообладатель Народная асвета

Спецификация и номера позиций

Спецификация — это текстовый документ, который определяет состав сборочной единицы. Спецификация выполняется на чертежной бумаге формата А 4. В упрощенном виде (используется в учебных целях) спецификация состоит из следующих разделов: «Документация», «Детали», «Стандартные изделия».

В спецификацию заносят номера позиций деталей изделия.

В спецификации записывают в графе «Поз.» (позиции) порядковые номера (позиции) деталей изделия. В графе «Кол.» (количество) указывают количество каждого изделия, входящего в сборочную единицу. В графе «Примечание» указывают дополнительные сведения об издании, записанные в спецификацию.

Проанализируйте содержание спецификации на рис. 97. Определите, из каких деталей состоит изделие, каково их количество, какие стандартные изделия входят в сборочный чертеж.

На сборочных чертежах наносят только габаритные, присоединительные и установочные размеры в соответствии с требованиями стандарта. Габаритные размеры определяют расстояние между точками очертания изделия по трем координатным направлениям. Присоединительные и установочные размеры определяют координаты и размеры элементов или составных частей изделия, с помощью которых к данному изделию присоединяют другие изделия, работающие с ним в комплексе.

Упрощения на чертежах общего вида и сборочных чертежах

1. Виды, расположенные в проекционной связи, не обозначают и не подписывают.

2. Штриховка одной детали (или одинаковых деталей) на всех ее изображениях выполняется с наклоном 45° в одну строну с одинаковым расстоянием между линиями. Штриховка сечений смежных деталей выполняется с наклоном в разные стороны или с разной частотой.

3. Дополнительные и местные виды обозначают стрелкой с буквой.

4. На симметричных изображениях соединяют половину вида с половиной разреза (или их части).

5. На чертежах не показываются фаски, скругления, углубления, выступы и другие мелкие элементы, зазоры между стержнем и отверстием.

1. Что такое деталь?
2. Какой документ называется чертежом общего вида сборочной единицы?
3. В чем различие между чертежом общего вида и сборочным чертежом?
4. Какие размеры наносят на сборочном чертеже?
5. Как называется нумерация деталей на сборочном чертеже?
6. Каким основным требованиям должен соответствовать сборочный чертеж?
7. Из какого документа можно получить сведения об основных размерах стандартных изделий, изображенных на сборочном чертеже?
8. Объясните, какая связь между номерами позиций в спецификации и на чертеже.

Правообладатель Народная асвета

§ 29. Чтение чертежей деталей на основе анализа формы и их пространственного расположения

Каково назначение чертежа общего вида? Сборочного чертежа? В чем их различия?

Вы узнаете: последовательность чтения сборочных чертежей.
Вы научитесь: определять по чертежу принцип работы изделия, анализировать форму и положение составных деталей, выявлять процесс сборки и разборки изделия на основании чертежа общего вида, выполнять деталирование.

Чтение чертежей. Порядок чтения чертежа общего вида и сборочного чертежа схожи между собой. Прочитать чертеж общего вида (сборочный чертеж) — это значит выяснить строение изображенного изделия, определить его назначение и принцип работы, а также процесс его сборки и разборки. Чтение чертежей общего вида и сборочных чертежей выполняют в определенной последовательности.

Правила чтения чертежа общего виды и сборочного чертежа

1. Ознакомление с основной надписью.

2. Ознакомление с изображением. Устанавливают назначение и принцип работы изделия, его технические характеристики, требования к эксплуатации. Определяют, какие на чертеже имеются виды, разрезы, сечения. Выясняют положение секущих плоскостей, с помощью которых выполнены сечения и разрезы.

3. Изучение составных частей изделия. Определяют по спецификации названия деталей, находят их на изображении (на виде, разрезе). Сравнивая изображения каждой детали, определяют ее форму.

4. Изучение конструкции изделия. Выясняют, как соединены друг с другом детали, находят крепежные детали (для разъемных соединений).

5. Ознакомление с другими сведениями (размерами, надписями, условными обозначениями).

6. Установление характера взаимодействия составных частей изделия, их функциональные особенности и взаимодействие.

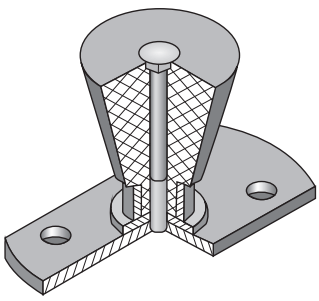


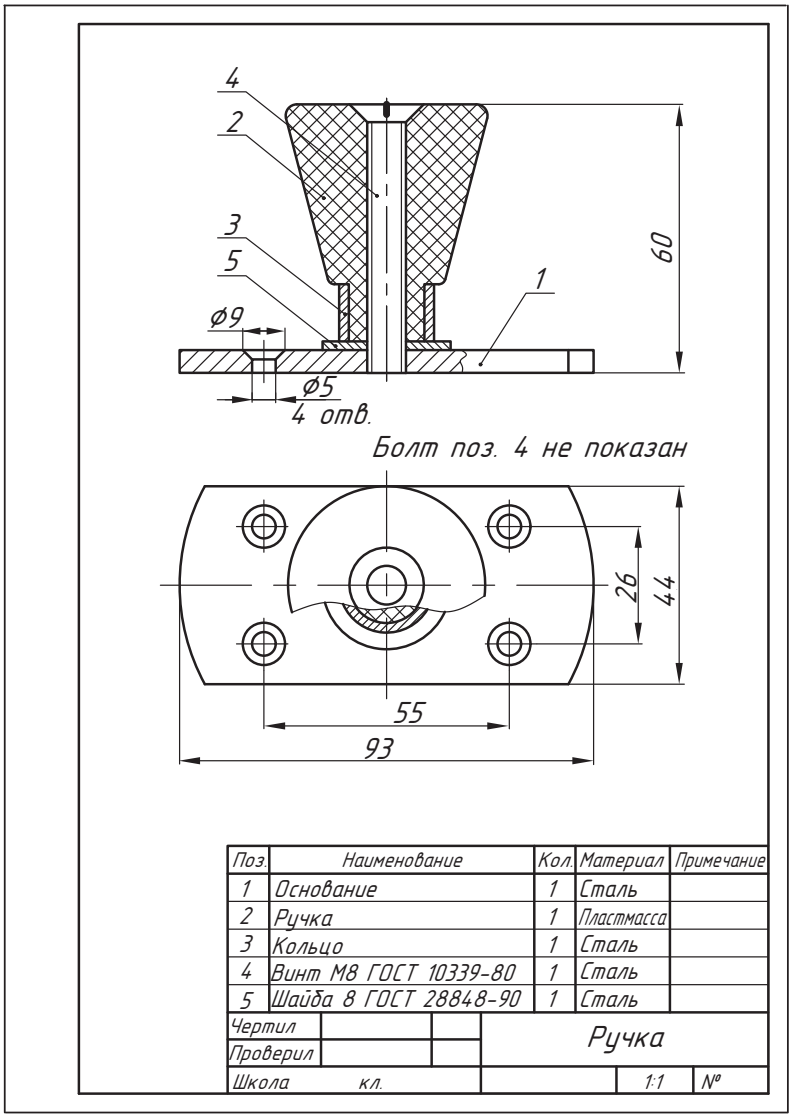
Рис. 98. Изделие — ручка

7. Изучение формы и положения конкретной детали, определение ее номера на чертеже и в таблице (спецификации). При этом необходимо учитывать общую конструкцию изделия, проекционную связь изображений, а также направление штриховки.

8. Определение процесса сборки и разборки изделия.

Для примера рассмотрим порядок чтения чертежа общего вида ручки (рис. 98, 99).

Правообладатель Народная асвета



Поз.	Наименование	Кол.	Материал	Примечание
1	Основание	1	Сталь	
2	Ручка	1	Пластмасса	
3	Кольцо	1	Сталь	
4	Винт М8 ГОСТ 10339-80	1	Сталь	
5	Шайба 8 ГОСТ 28848-90	1	Сталь	

Чертил			Ручка	
Проверил				
Школа кл.			1:1	№

Рис. 99. Чертеж общего вида ручки

1-й этап. Название изделия можно найти в соответствующей графе основной надписи чертежа, оно раскрывает и назначение детали. Так, в нашем случае на сборочном чертеже изображена дверная ручка в масштабе **1:1**.

2-й этап. Назначение ручки: аксессуар для ручного открывания двери. Устанавливается путем ввинчивания винтов в соответствующие отверстия в основании. На чертеже представлены два изображения: главный вид и вид сверху. Главный вид выявляет конструкцию ручки 2 и основания 1. Вид сверху позволяет выявить форму основания, отверстий в нем, форму ручки и форму отверстия в ней для винта 4.

Правообладатель Народная асвета

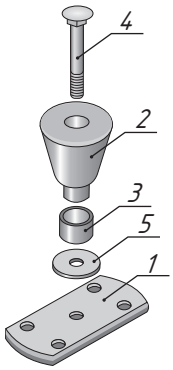


Рис. 100. Устройство изделия (ручки): 1 — основание, 2 — ручка, 3 — кольцо; стандартные изделия: 4 — винт, 5 — шайба

3-й этап. Изделие состоит из оригинальных деталей (рис. 100). Каждая деталь в количестве 1 шт.

4-й этап. Соединение деталей ручки разъемное, выполнено при помощи винта М 8 и шайбы.

5-й этап. Габаритные размеры: высота 60 мм, длина 93 мм, ширина 44 мм. Установочные размеры между отверстиями по длине 55 мм, по ширине 26 мм.

6-й этап. *Основание* — основная деталь, на базе которой собирается вся дверная ручка, а также крепится по месту назначения.

Ручка — ключевая деталь изделия, потому что именно за нее мы беремся, чтобы открыть дверь.

Кольцо может являться как декоративным элементом, так и деталью, предотвращающей деформации ручки.

Винт — деталь, с помощью которой детали собираются в единое изделие. По обозначению винта (Винт М8 х 50 ГОСТ 10339-80) можно определить, что винт с потайной головкой с диаметром резьбы 8 мм с крупным шагом резьбы длиной 50 мм.

Шайба необходима для предотвращения повреждений основания во время сборки изделия. По обозначению шайбы (Шайба 8 ГОСТ 28848-90) можно определить, что это шайба плоская, 8 в обозначении шайбы — это наименьший размер резьбы болта, вставляемого в отверстие шайбы.

7-й этап. Изделие состоит из трех деталей: основания, ручки и кольца (рис. 101). Основание представляет собой пластину толщиной 5 мм, в которой просверлено 5 отверстий: одно отверстие имеет резьбу М 8 для крепления ручки, четыре технологических отверстия для крепежных изделий. По всему периметру основания выполнена фаска шириной 1,5 мм. Ручка имеет форму усеченного конуса, диаметр у нижнего основания 26 мм, верхнего — 45 мм. В ручке имеется отверстие диаметром 9 мм для крепления с помощью винта. Отверстие раззенковано под полупотайную головку винта. Ручка имеет выступ для крепления кольца. Кольцо полое цилиндрической формы диаметром 21 мм.

Правообладатель Народная асвета

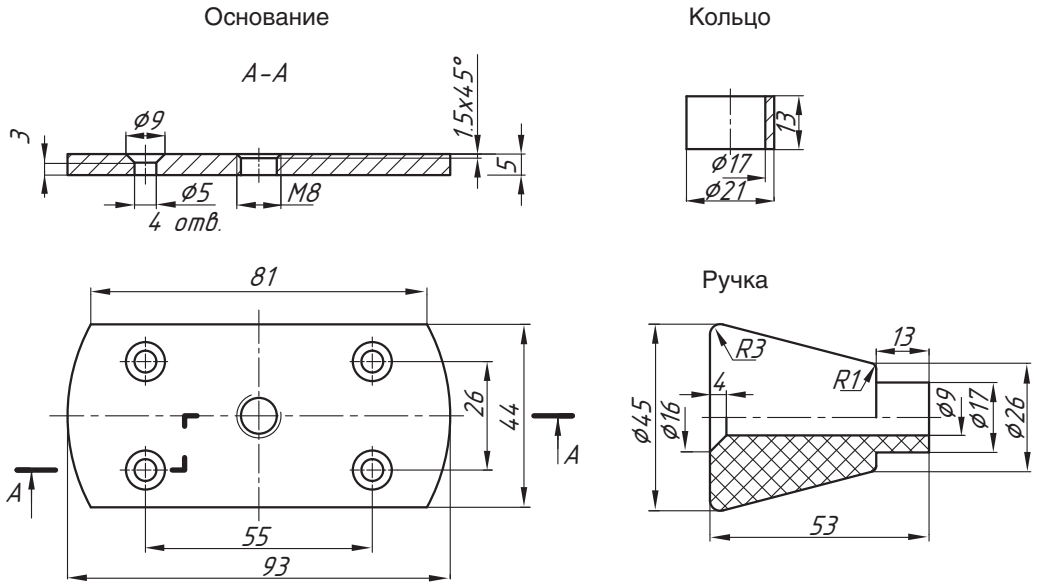


Рис. 101. Деталирование

8-й этап. Изделие следует разбирать следующим образом: вывинчиваем винт 4 из основания 1; отсоединяем от ручки 2 сначала основание 1, затем шайбу 5 и кольцо 3; извлекаем винт 4 из отверстия в ручке 2.

Деталирование. После прочтения чертежа общего вида и сборочного чертежа выполняются чертежи отдельных деталей, входящих в изделие. Этот процесс называется деталированием.

Деталирование — процесс выполнения по чертежу общего вида чертежей отдельных деталей (рис. 101).

Процесс деталирования предусматривает условное разделение изделия на отдельные детали и выполнение чертежей каждой из них. Любое изделие состоит из оригинальных деталей, предназначенных для данного изделия, и стандартных. В процессе деталирования выполняются чертежи только оригинальных деталей. На стандартные детали чертежи выполнять не нужно, так как эти детали изготавливаются на предприятиях.

Проанализируйте чертеж на рисунке 99. Определите, какие детали являются оригинальными, а какие — стандартными.

При выполнении деталирования рекомендуется соблюдать следующий порядок

1. Чтение сборочного чертежа.
2. Мысленное разделение изделия на отдельные детали, из которых оно состоит.

Правообладатель Народная асвета

3. Определение деталей, чертежи которых нужно выполнить. Начинать деталирование целесообразно с простых по форме деталей, так как мысленное удаление этих деталей облегчит определение формы более сложных.

4. Определение необходимых изображений, которые нужны для чертежа каждой детали.

Помните! Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для полного изучения формы и размеров детали.

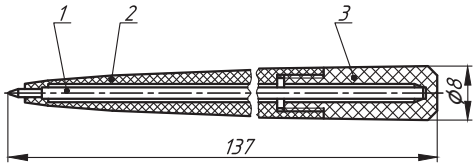
5. Выбор масштаба изображений. В процессе деталирования нужно ориентироваться на размер деталей. Небольшие детали, особенно сложной формы, изображают в большем масштабе.

6. Компоновка и последовательное построение изображения. На чертежах деталей изображают те элементы, которые на сборочном чертеже не показывают или показывают упрощенно.

7. Нанесение размеров. Их измеряют на изображениях сборочного чертежа с учетом масштаба.

Каждую деталь чертят на отдельном формате. На чертежах выполняют основную надпись. Данные для основной надписи (название детали, материал) берут из спецификации сборочного чертежа.

1. В чем заключается чтение сборочного чертежа?
2. В чем значение спецификации при чтении сборочного чертежа?
3. Опишите последовательность чтения сборочного чертежа.
4. Что выясняют на каждом этапе?
5. Что вы можете рассказать о сборочной единице «Ручка шариковая»? Состав сборочной единицы: 1 — стержень; 2 — корпус; 3 — крышка.



Практическая работа № 18. Чтение сборочного чертежа

Прочитайте сборочный чертеж согласно предложенному плану

1. Как называется изделие, изображенное на сборочном чертеже?
2. По наглядному изображению и названию изделия определите его назначение.
3. Определите габаритные размеры изделия.
4. Назовите изображения, которыми изделие показано на сборочном чертеже.
5. Из каких деталей состоит изделие? Опишите форму каждой детали.
6. Назовите способы соединения деталей между собой.

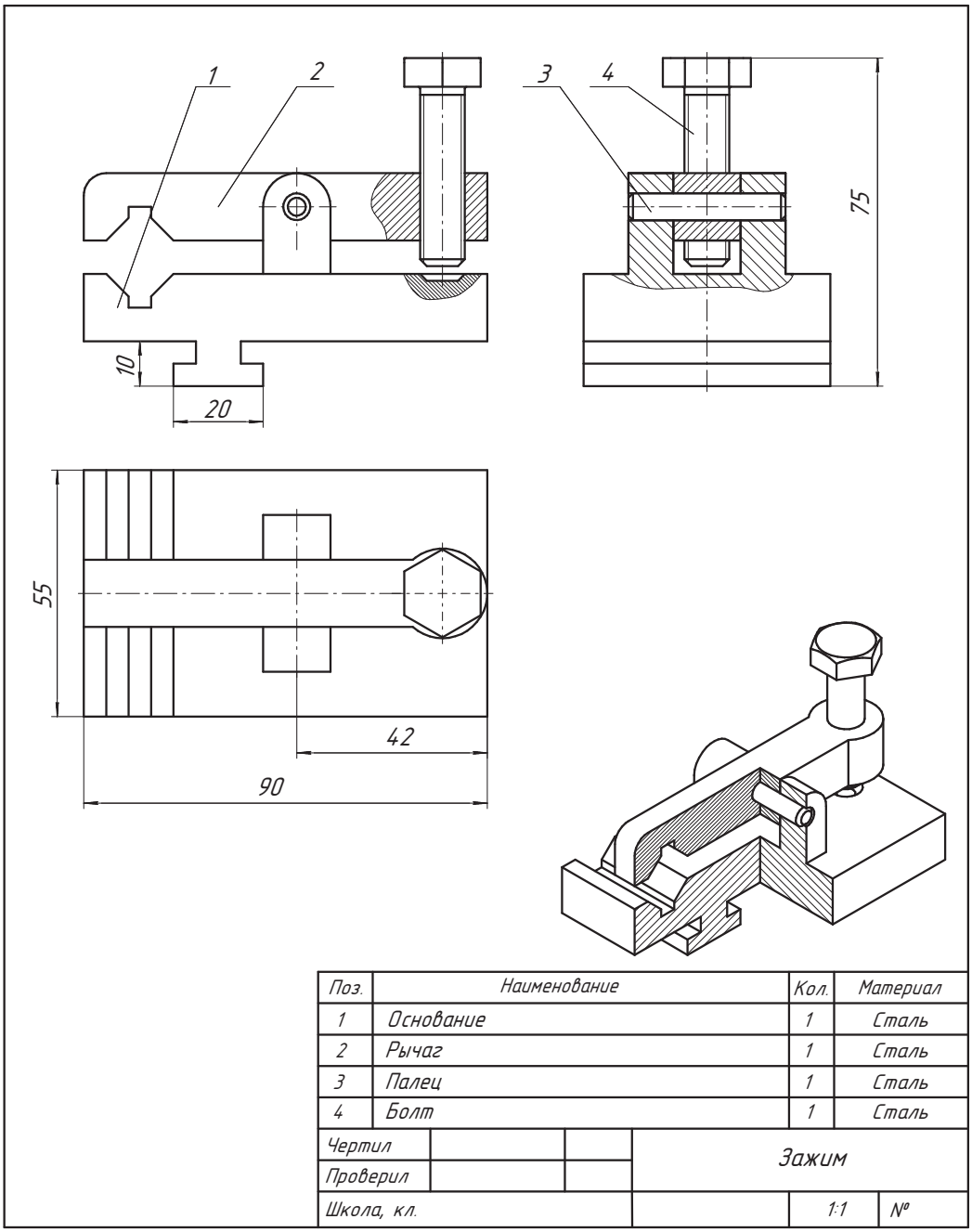
Правообладатель Народная асвета

7. Определите назначение болта в конструкции изделия.

8. Для чего в нижней части основания имеется выступ Т-образной формы?

9. Какие поверхности изделия можно считать рабочими?

10. Опишите принцип работы зажима.



Поз.	Наименование	Кол.	Материал
1	Основание	1	Сталь
2	Рычаг	1	Сталь
3	Палец	1	Сталь
4	Болт	1	Сталь

Чертил			Зажим	
Проверил				
Школа, кл.			1:1	№

Правообладатель Народная асвета

§ 30. Строительные чертежи. Последовательность чтения строительных чертежей

Как вы считаете, можно ли, используя знания по проекционному и машиностроительному черчению, выполнить чертеж дома? Свой ответ объясните.

Вы узнаете: какие чертежи называют строительными, какие бывают виды строительных чертежей, виды документов при проектировании здания или сооружения.

Вы научитесь: читать простые строительные чертежи.

Строительный чертеж — чертеж, на котором изображают строительные объекты: здания, мосты, эстакады, тоннели, дороги, гидротехнические сооружения и т. д., а также отдельные элементы указанных объектов.

Строительные чертежи. Здания и сооружения возводят по строительным чертежам (рис. 102).

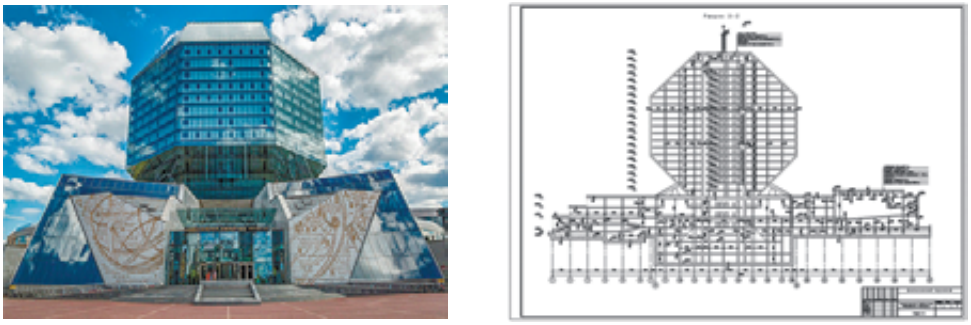


Рис. 102. Изображение Национальной библиотеки Беларуси (фото и строительный чертеж)

Строительные чертежи разделяют на архитектурно-строительные (чертежи жилых, общественных и производственных зданий) и инженерно-строительные (чертежи мостов, железных дорог, путепроводов и др.). По назначению строительные чертежи делят на чертежи строительных изделий (чертежи самих сооружений и отдельных их частей и деталей) и строительно-монтажные (чертежи, по которым осуществляют сборку и возведение сооружений).

До начала строительства разрабатывается проектное задание. На основании проектного задания подготавливаются следующие документы: генеральный (главный) план строительного участка, план здания, разрезы и фасады. Строительные чертежи, как и машиностроительные, выполняют методом прямоугольного проецирования на основные плоскости про-

Правообладатель Народная асвета

екций. Однако строительные чертежи имеют свои особенности. Изображениям на строительных чертежах присваиваются следующие названия: вид спереди называют главным фасадом; вид слева — торцевым (боковым) фасадом; вид сверху — планом крыши; горизонтальный разрез — планом этажа (рис. 103). Над изображениями делают надписи: «Фасад», «План первого этажа», «Разрез» и т. д.

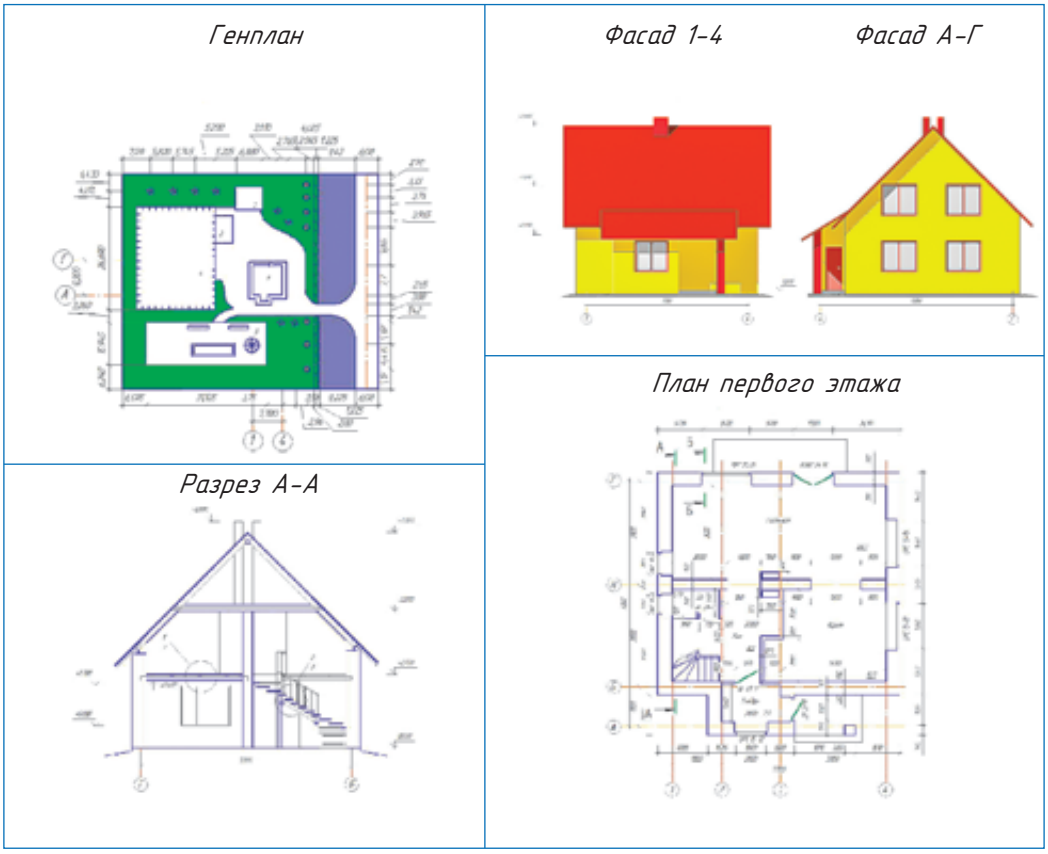


Рис. 103. Строительный чертеж жилого дома (пример)

Генеральный план строительного участка — план местности, по которому можно судить о размещении проектируемого здания, планировке самого участка, зеленых насаждения и т. д.

План здания — разрез здания горизонтальной плоскостью на уровне немного выше подоконника. Для многоэтажного здания планы выполняют для каждого этажа.

Разрез — изображение здания, мысленно рассеченного вертикальной плоскостью.

Фасад — изображение внешней стороны здания.

Правообладатель Народная асвета

Масштабы строительных чертежей. Масштаб строительного чертежа зависит от размеров изображаемого объекта и назначения чертежа.

Как вы считаете, в чем отличие масштабов строительных чертежей от масштабов машиностроительных чертежей?

Для небольших домов и для фасадов применяют масштабы 1:50. Это дает возможность лучше выявить на фасаде архитектурные детали. Для генеральных планов — 1:500, 1:1000; для планов этажей — 1:100, 1:200.

На ваш взгляд, какие форматы листов используются для выполнения строительных чертежей?

Особенности строительных чертежей

На чертеже ***плана*** показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено ниже за ней (рис. 104). При необходимости отдельные участки плана изображают в более крупном масштабе на чертежах элементов плана. По плану можно определить размеры и форму здания, размеры и взаимное расположение помещений, оконных и дверных проемов, колонн, стен, перегородок и других частей.

Построение плана начинают с проведения разбивочных осей — линий, которые проходят вдоль внешних и внутренних капитальных стен.

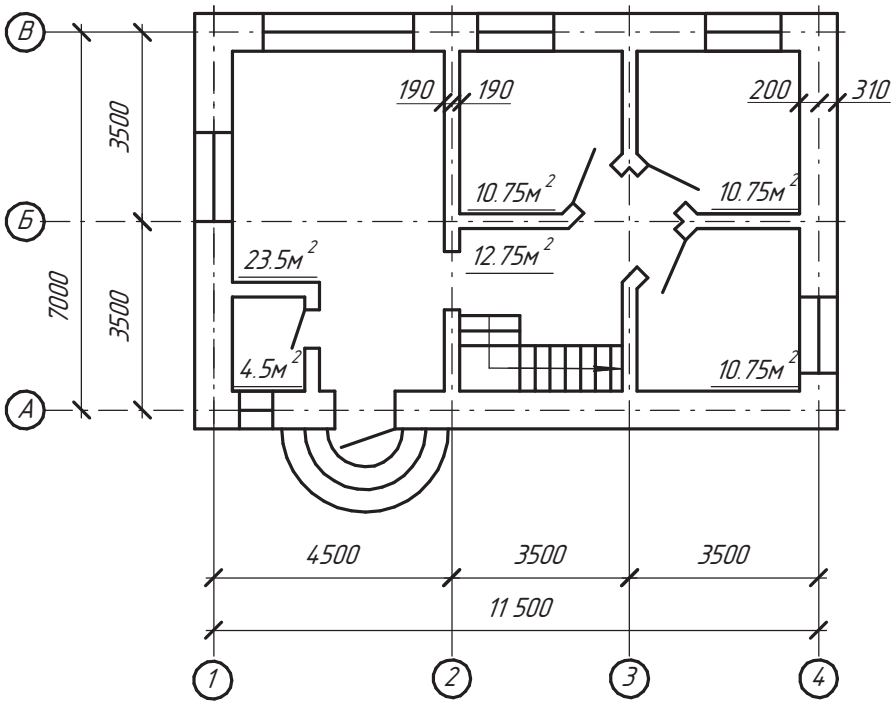


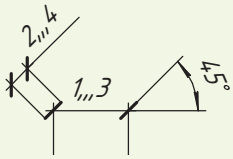
Рис. 104. План первого этажа

Правообладатель Народная асвета

Вертикальные оси на плане обозначают арабскими цифрами, взятыми в окружности, горизонтальные — заглавными (прописными) буквами также в окружности.

Сечения стен, выполненные из материала, который является для дома основным, не штрихуют. Отдельные участки из другого материала штрихуют. Для каждого помещения в плане отмечают площадь (в $м^2$). Площадь указывают цифрой без обозначения единицы измерения и подчеркивают линией.

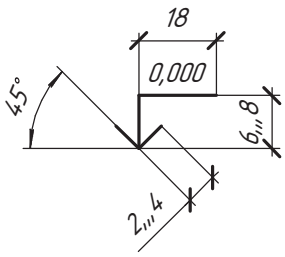
Обратите внимание, что на строительных чертежах размерные линии ограничены не стрелками, а короткими штрихами размером 2—4 мм под углом 45° к этим линиям. Размеры наносят замкнутой цепью. Допускается повторение размеров.



Определите площади жилых помещений на плане здания (рис. 104). Вычислите общий объем помещения первого этажа.

На ***фасадах*** показывают расположение окон и дверей, а также архитектурные детали здания. На фасадах не наносят размеров, за исключением высотных отметок.

Высотной отметкой называют число, указывающее высоту горизонтальной площадки над нулевой плоскостью (рис. 105). За нулевую отметку обычно принимают уровень пола первого этажа. Отметки наносят в метрах, числа записывают на полке.



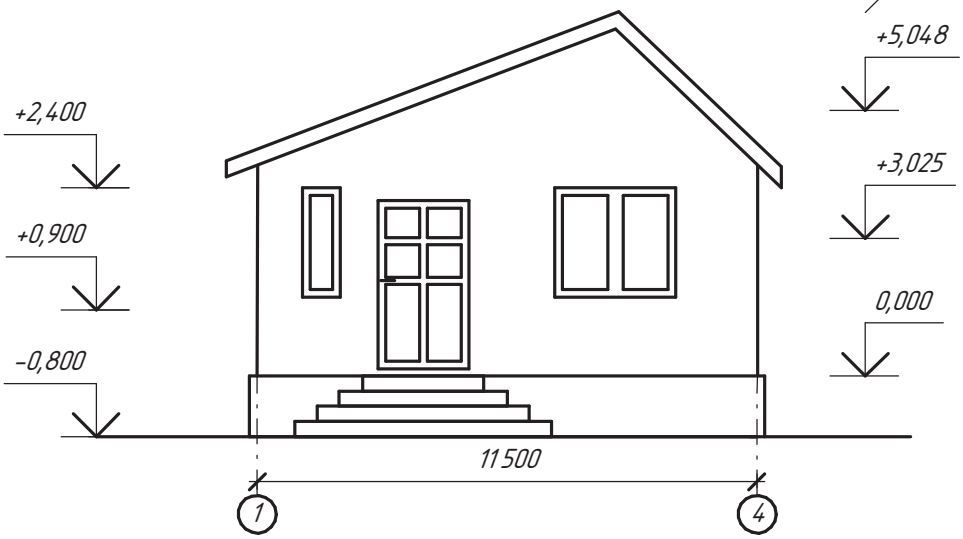


Рис. 105. Числовые отметки высоты

Правообладатель Народная асвета

Это число показывает, насколько выше или ниже (со знаком минус) нулевой отметки находится отмеченный уровень. Нулевую метку записывают числом 0,000.

Определите по рисунку 105 высоту фундамента, высоту первого этажа.

Разрезы выполняют для того, чтобы показать внутренний вид (интерьер) помещений, их высоту и выявить конструкции (рис. 106). В разрезах показывают элементы, которые получаются в секущей плоскости, и те, что видны за ней. Элемент, попадающий в секущую плоскость (контуры стен и перекрытий между этапами), показывают сплошной толстой основной линией, а элемент, находящийся за этой плоскостью, — тонкой линией. Секущие плоскости, как правило, проходят по оконным и дверным проемам. В разрезах наносят размеры между осями.

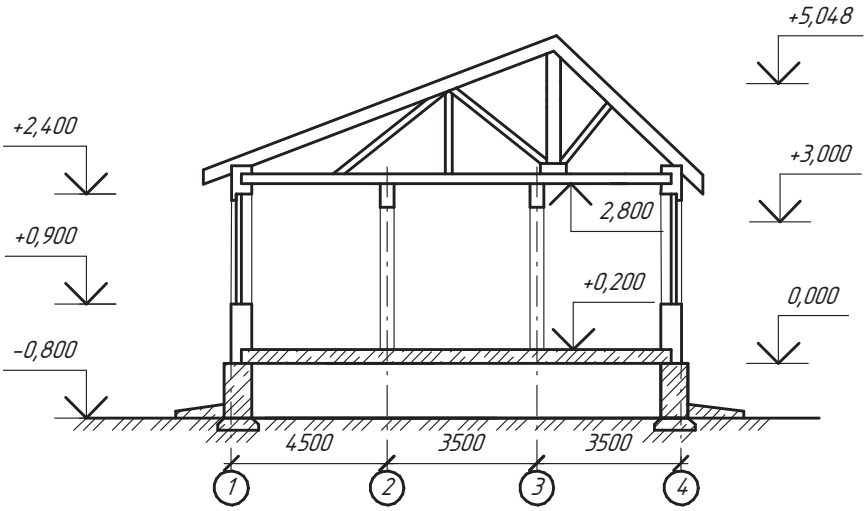


Рис. 106. Разрез одноэтажного дома

Определите по рисунку 106 высоту жилого помещения дома.

К каждому строительному чертежу составляется экспликация — пояснение к архитектурному проекту, эскизу, чертежу или отдельной его части в виде перечня с указанием некоторых количественных, качественных, технических характеристик помещения (например, перечень помещений, строительных материалов и др.).

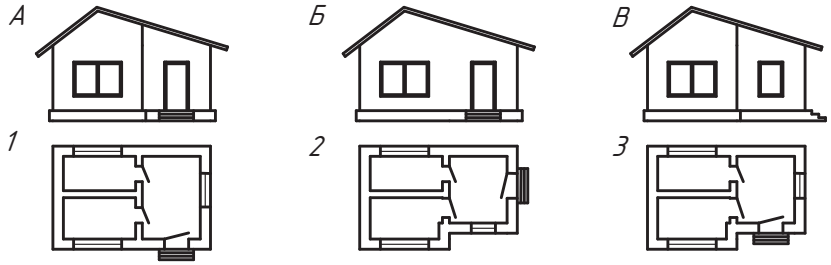
Последовательность чтения строительных чертежей

1. Определите названия здания, изображенного на чертеже.
2. Установите виды изображений (фасады, планы, разрезы).
3. Рассмотрите надписи и изображения на чертеже.
4. Изучите взаимное расположение и конструкцию всех частей здания.
5. Определите площадь и высоту помещений, общие размеры здания.

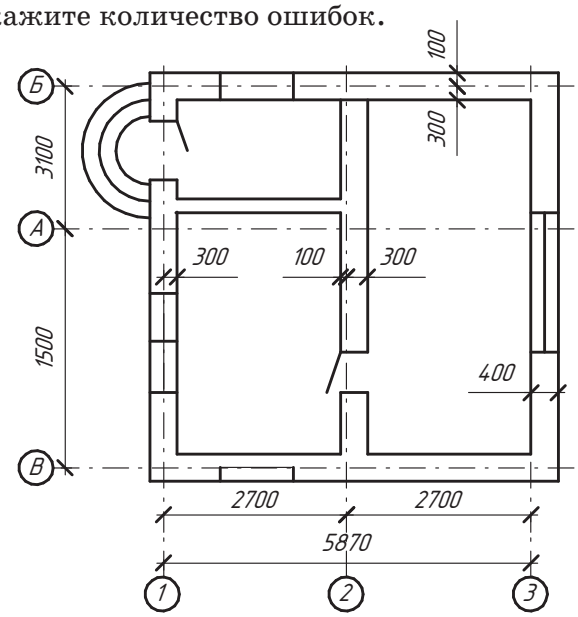
Правообладатель Народная асвета

6. Выясните размещение дверей, окон, санитарно-технического и другого оснащения в помещениях.

1. Для чего предназначены строительные чертежи?
2. Назовите основные изображения на строительных чертежах.
3. Что представляет собой план дома?
4. Для каких целей применяют разрез дома?
5. Что такое высотная отметка? Что считают нулевой отметкой?
6. По рисунку плана здания определите соответствующие фасады. Объясните, по каким признакам вы это определили.



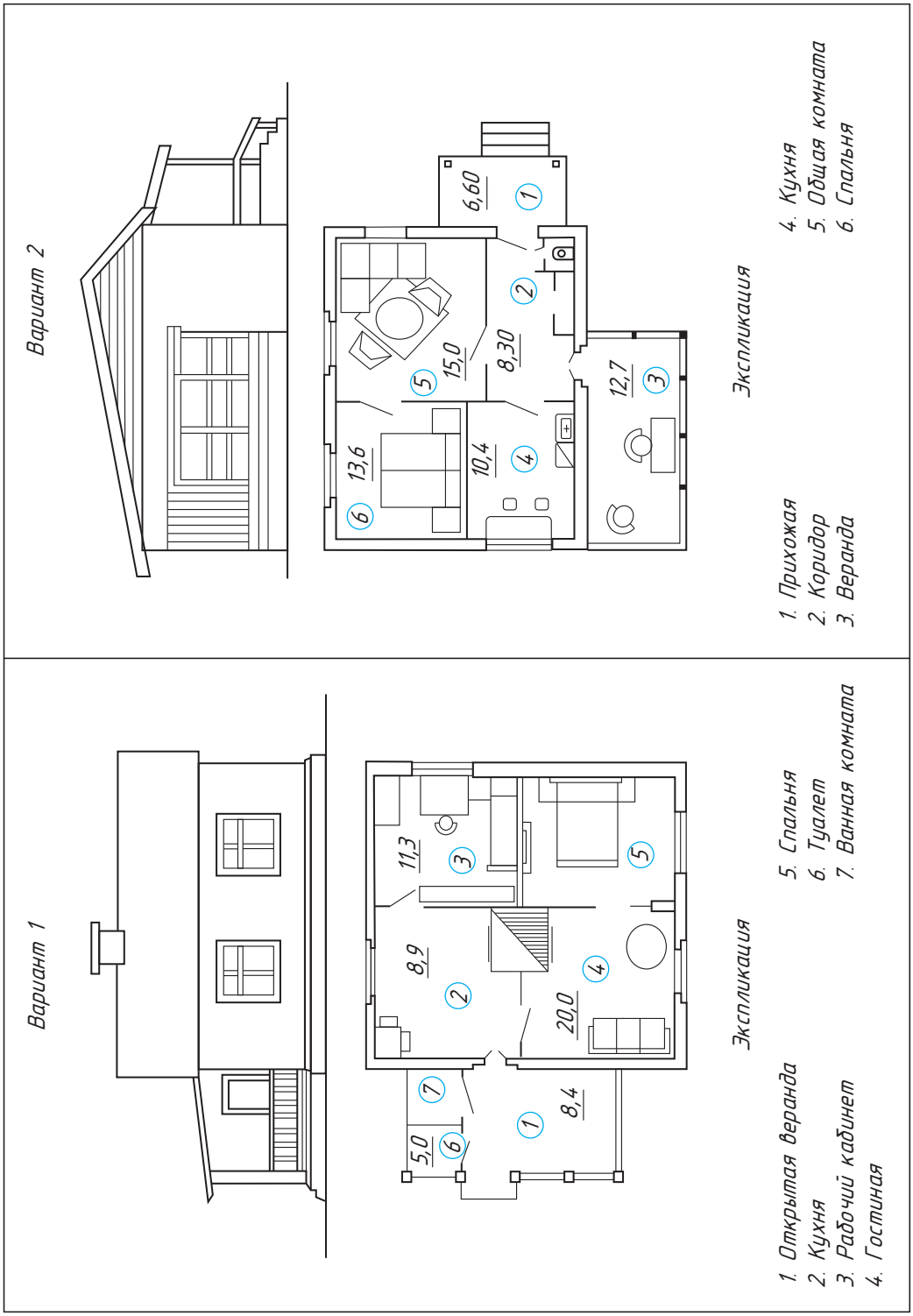
На рисунке представлен план здания с ошибками в планировке элементов. Укажите количество ошибок.



Практическая работа № 19. Чтение строительного чертежа

Прочитайте план строительного чертежа: какими изображениями представлен чертеж здания; сколько этажей имеет здание; сколько и какие помещения имеет здание; определите площадь помещений; определите элементы здания, санитарно-техническое оборудование, мебель и т. д. (*см. Памятку 10, с. 178—179*).

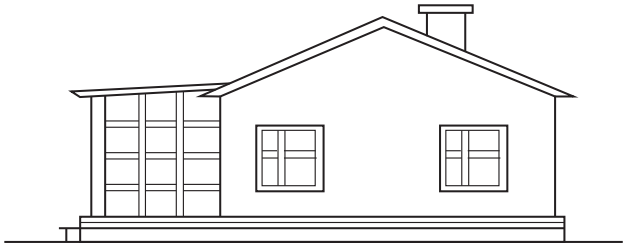
Правообладатель Народная асвета

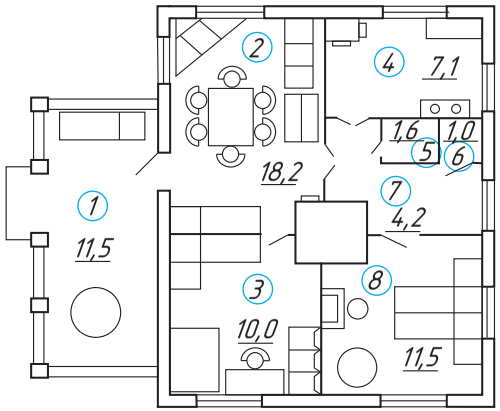


Правообладатель Народная асвета

Правообладатель Народная асвета

Вариант 3

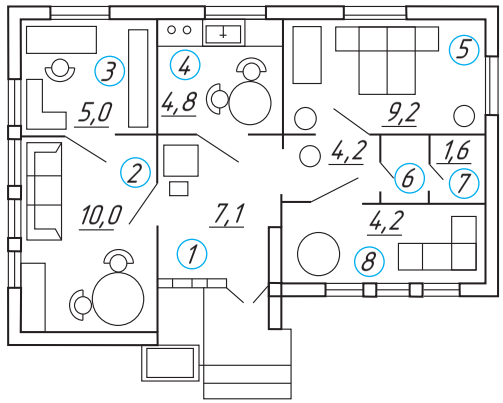




Экспликация

1. Веранда
2. Столовая
3. Рабочий кабинет
4. Кухня
5. Ванная комната
6. Туалет
7. Общая комната (рекреация)
8. Спальня

Вариант 4



Экспликация

1. Открытая веранда
2. Гостиная
3. Рабочий кабинет
4. Кухня
5. Спальня
6. Туалет
7. Ванная комната
8. Общая комната

§ 31. Системы автоматизированного проектирования для создания 2D-чертежей и 3D-моделирования

На ваш взгляд, позволят ли знания и умения выполнения графических изображений ручным способом быстрее освоить построение этих изображений с помощью компьютера?

Вы узнаете: что такое система автоматизированного проектирования, какие преимущества в изготовлении чертежа она предоставляет специалистам, возможности наиболее распространенных систем автоматизированного проектирования (AutoCAD, Компас-3D, ArchiCAD, SolidWorks).

Вы научитесь: отличать автоматизированные системы от неавтоматизированных.

Понятие об автоматизированном проектировании. В настоящее время при изготовлении чертежей и другой конструкторской документации применяют систему автоматизированного проектирования (САПР). Использование компьютера предоставляет конструкторам и технологам значительные преимущества в изготовлении чертежей, освобождает их от объемных графических операций, а также повышает производительность труда.

Благодаря САПР удается автоматизировать самую трудоемкую часть работы (в процессе традиционного проектирования на разработку и оформление чертежей приходится около 70 % от общих трудозатрат конструкторской работы, 15 % — на организацию и ведение архивов и 15 % — на проектирование, включающее в себя разработку продукта, расчеты, согласования и т. д.). Объектом проектирования являются промышленные изделия и процессы, объекты и документация. В процессе автоматизированного проектирования создается электронный эквивалент чертежа, а вместо бумаги и чертежных инструментов используется экран компьютера, клавиатура и манипулятор — мышь.

Появление первых программ для автоматизации проектирования относится ко второй половине XX в. В начале 1960-х гг. на заре вычислительной техники в компании General Motors была разработана интерактивная графическая система подготовки производства, а в 1971 г. ее создатель — доктор Патрик Хэнретти (его называют отцом САПР) — основал компанию Manufacturing and Consulting Services (MCS), оказавшую огромное влияние на развитие этой отрасли и составившую основу современных САПР.

Проектирование — это процесс создания описания, необходимого для построения в заданных условиях еще не существующего объекта.

Система автоматизированного проектирования (САПР) — комплекс средств автоматизации, взаимосвязанных с подразделениями проектной организации или коллективом специалистов (пользователем системы), выполняющий автоматизированное проектирование.

Правообладатель Народная асвета

Основная функция САПР — выполнение автоматизированного проектирования на всех или отдельных стадиях проектирования объектов и их составных частей. САПР объединяет технические средства, различные виды обеспечения, параметры и характеристики которых выбирают, учитывая особенности задач инженерного проектирования объектов.

САПР имеет свои преимущества и недостатки.

Преимущества	Недостатки
◆ более быстрое выполнение чертежей; ◆ повышение точности выполнения; ◆ повышение качества; ◆ возможность многократного использования чертежа; ◆ ускорение расчетов и анализа при проектировании (мощные средства компьютерного моделирования позволяют выполнять на компьютерах часть проектных расчетов)	◆ высокая стоимость программного обеспечения и обновлений; ◆ высокие затраты на компьютерное оборудование; ◆ необходимость обучения и переобучения; ◆ необходимость модификации бизнес-процессов предприятий под САПР

В отличие от неавтоматизированных систем автоматизированные обеспечивают возможность производить геометрические построения, выполнять стандартное нанесение размеров, трехмерное моделирование, пользоваться библиотекой графических и текстовых объектов, работать с технической документацией.

Классификация САПР. По функциональному назначению САПР разделяют в зависимости от решаемых задач. Они могут значительно отличаться структурой, интерфейсом, быстродействием и т. д. (рис. 107)

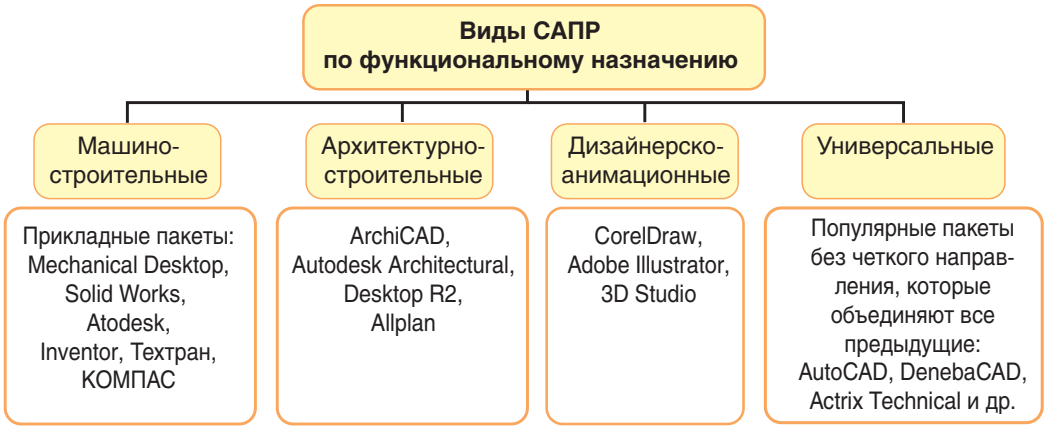

Виды САПР
по функциональному назначению
Машино-строительные
Архитектурно-строительные
Дизайнерско-анимационные
Универсальные
Прикладные пакеты: Mechanical Desktop, Solid Works, Atodesk, Inventor, Техтран, КОМПАС
ArchiCAD, Autodesk Architectural, Desktop R2, Allplan
CorelDraw, Adobe Illustrator, 3D Studio
Популярные пакеты без четкого направления, которые объединяют все предыдущие: AutoCAD, DenebaCAD, Actrix Technical и др.

Рис. 107. Виды САПР

Правообладатель Народная асвета

Рассмотрим некоторые наиболее распространенные системы автоматизированного проектирования.

AutoCAD — программное обеспечение автоматизированного проектирования, созданное компанией Autodesk, с помощью которого архитекторы, инженеры и строители могут выполнять чертежи, необходимые в разнообразных областях технического проектирования, создавать точные двухмерные (2D) чертежи и трехмерные (3D) модели (рис. 108).

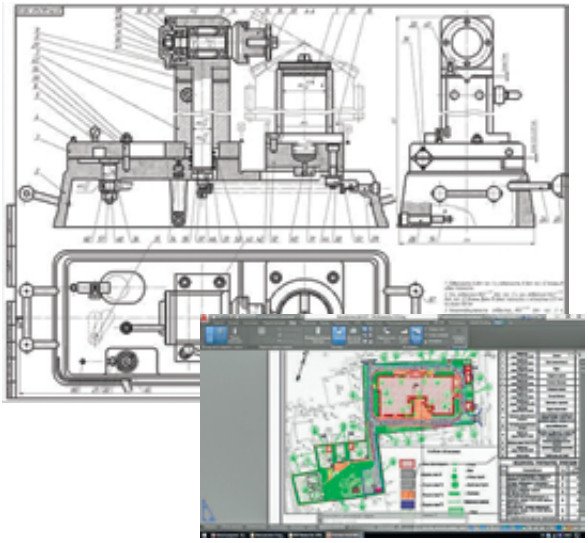


Рис. 108. Чертеж в AutoCAD (пример)

Система AutoCAD включает средства проектирования, моделирования и визуализации пространственных конструкций, доступа к внешним базам данных, интеллектуальные средства нанесения размеров на чертежи и др. Доступны, например, автоматизация выполнения планов этажей, сечений деталей, рисование трубопроводов и электрических цепей с помощью библиотек деталей, автоматическое создание аннотаций, спецификаций (рис. 109). Кроме этого, возможно просматривать, создавать и редактировать чертежи AutoCAD как на компьютере, так и на мобильных устройствах.

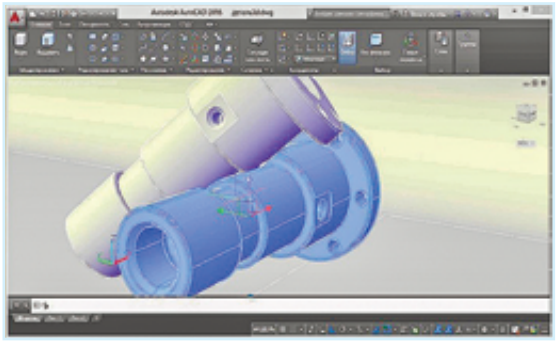


Рис. 109. 3D-модель в AutoCAD (пример)

Используя дополнительные источники информации, докажите, что AutoCAD является на сегодняшний день самой распространенной системой. Приведите примеры ее использования.

Компас-3D — система трехмерного моделирования компании АСКОН, разработанная специально для операционной среды MSWindows. Эта система стала стандартом для тысяч предприятий благодаря сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного и поверхностного моделирования.

Правообладатель Народная асвета

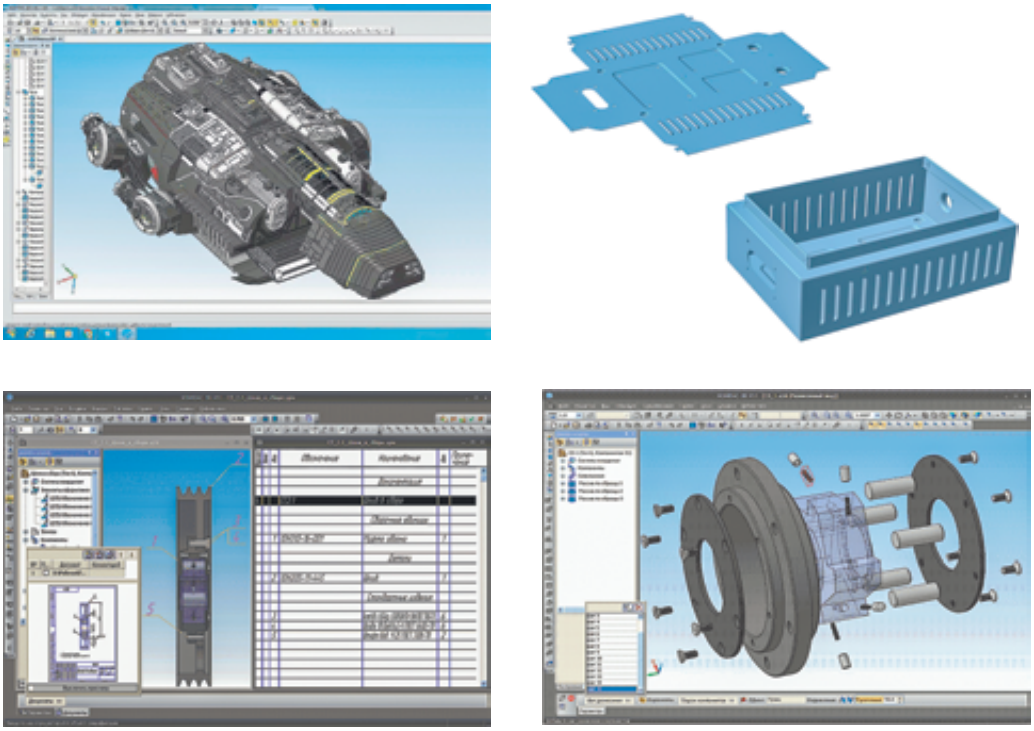


Рис. 110. Чертежи в Компас-3D (примеры)

Широкие возможности системы обеспечивают проектирование машиностроительных деталей и сборочных единиц любой сложности в соответствии с передовыми методиками проектирования (рис. 110).

В Компас-3D присутствует богатый инструментарий по проектированию изделий из листового металла, позволяющий создавать самые сложные конструкции из листа, с последующим автоматическим получением развертки на спроектированные детали.

Проектируя в Компас-3D, можно получить электронную модель, которая будет содержать в себе данные, необходимые для ее изготовления и последующего изменения. При этом документацию на построенное изделие можно получить автоматически. Спецификация формируется по 3D-модели сборочной единицы, а создание чертежей заключается в расположении на формате чертежа ассоциативных видов с 3D-модели.

Система имеет простой и понятный интерфейс, благодаря которому можно быстро освоить функционал программы и приступить к работе.

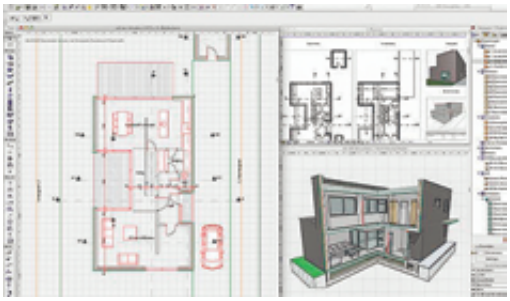
? *Используя дополнительные источники информации, найдите подтверждение тому, что программа Компас-3D может быть освоена не только специалистами-инженерами, но и школьниками.*

Правообладатель Народная асвета

ArchiCAD — программный пакет, созданный фирмой Graphisoft, основанный на технологии информационного моделирования (Building Information Modeling — BIM).

Предназначен для проектирования архитектурно-строительных конструкций, а также элементов ландшафта, мебели и т. п.

Система **ArchiCAD** на начальных этапах работы с проектом фактически «строит» здание, используя при этом инструменты, имеющие свои полные аналоги в реальности: стены, перекрытия, окна, лестницы, разнообразные объекты и т. д. После завершения работ над «виртуальным зданием» проектировщик получает возможность извлекать разнообразную информацию о спроектированном объекте: поэтажные планы, фасады, разрезы, экспликации, спецификации, презентационные материалы и пр. Программа позволяет увидеть планируемый объект в реальности (рис. 111).



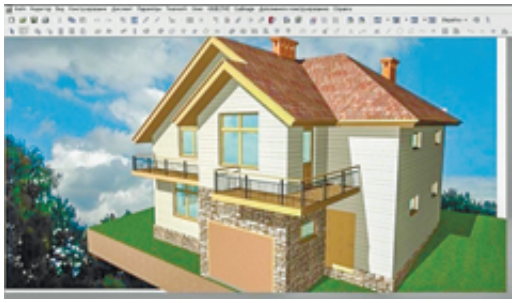


Рис. 111. Чертежи в ArchiCAD (примеры)

На ваш взгляд, для чего необходимо для каждого направления производства (машиностроения, строительства и т. д.) разрабатывать определенные программные пакеты САПР?

SolidWorks — программный комплекс САПР разработан компанией SolidWorks Corporation для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства.

В SolidWorks используется принцип трехмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования, что позволяет создавать объемные детали и компоновать сборку в виде трехмерных электронных моделей, по которым создаются двухмерные чертежи и спецификации в соответствии с требованиями ЕСКД (рис. 112).

Рис. 112. Чертеж в SolidWorks (пример)

Правообладатель Народная асвета

Процесс построения 3D-модели основывается на создании объемных геометрических элементов и выполнения различных операций между ними. Подобно конструктору LEGO модель собирается из стандартных элементов (блоков) и может быть отредактирована путем добавления (удаления) этих элементов или изменения характерных параметров блоков. 3D-модель несет в себе наиболее полное описание физических свойств объекта (объем, масса, моменты инерции) и дает проектировщику возможность работы в виртуальном 3D-пространстве, что позволяет на самом высоком уровне приблизить компьютерную модель к облику будущего изделия, исключая этап макетирования.

Используя дополнительные источники информации, определите преимущества данного программного продукта в сравнении с Компас-3D и AutoCAD.

Современные САПР дают возможность изменить подход создания чертежа на основе трехмерного моделирования. 3D-технологии представляют иной подход к созданию чертежа и направлены на создание реалистичной, наглядной, визуальной модели, не прибегая к построению чертежа. Чертежи получают на основе 3D-модели в автоматическом режиме (рис. 113).

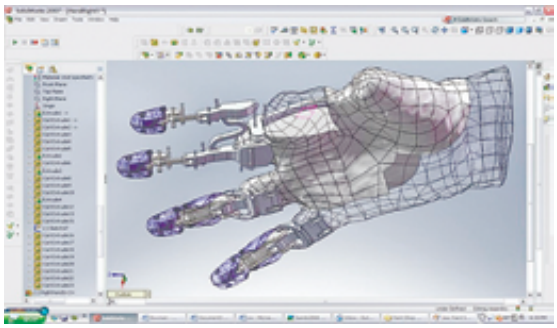


Рис. 113. 3D-модель (пример)

Активное внедрение САПР не уменьшает значимость теоретических основ построения чертежа, а, наоборот, требует от специалиста более глубоких знаний методов работы с изображениями, свойств графических объектов, навыков преобразования и компоновки геометрических фигур.

1. Перечислите известные САПР, опишите их назначение.
2. Каковы основные черты современных САПР?
3. Перечислите функциональные возможности САПР «Компас-3D».
4. Как вы считаете, какими знаниями должны владеть будущие архитекторы, конструкторы, строители?
5. Подготовьте сообщение о том, какие еще существуют продукты САПР.

В каких отраслях промышленности возможно внедрение САПР? Каковы перспективы развития систем автоматизированного проектирования?

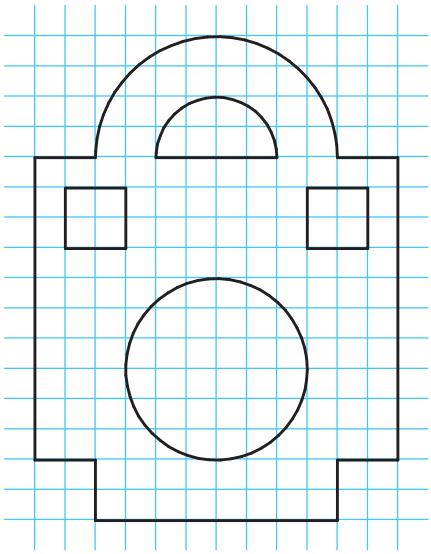
Правообладатель Народная асвета

Графические работы

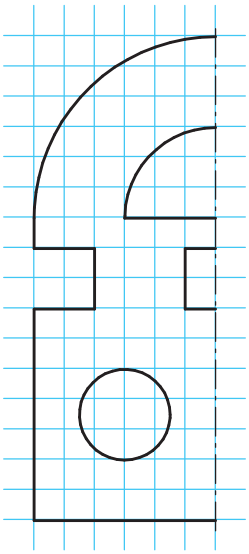
Графическая работа № 1. Чертеж детали

Подготовьте формат А4, выполните рамку чертежа. Выполните чертеж пластины, изготовленной из паронита толщиной 2 мм, учитывая, что размер клетки 5 х 5 мм. Используйте масштаб 2:1.

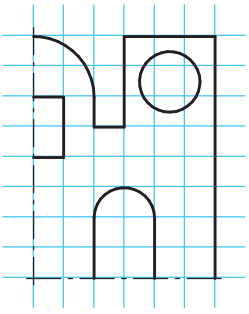
Вариант 1



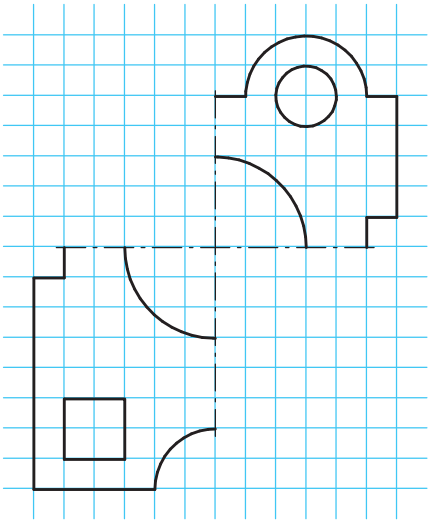
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Правообладатель Народная асвета

Графическая работа № 2. Шрифт чертежный, типы линий

На формате А4 выполните задание по написанию чертежного шрифта и выполнению линий чертежа (*см. Памятку 2, с. 169*).

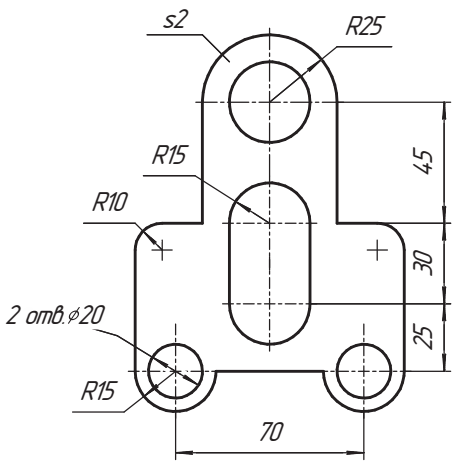
НАИМЕНОВАНИЕ, НАЧЕРТАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ ЛИНИЙ
Сплошная толстая основная (линия видимого контура)
Сплошная тонкая (выносные, размерные и линии штриховки)
Штриховая (линии невидимого контура)
Штрихпунктирная (осевые и центровые линии)

Правообладатель Народная асвета

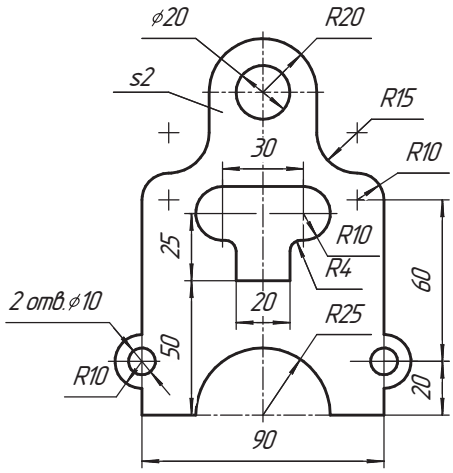
Графическая работа № 3. Выполнение сопряжений с нанесением размеров

На формате А4 выполните чертеж пластины, изготовленной из картона толщиной 2 мм. Чертеж выполните в масштабе 1:1 и нанесите размеры.

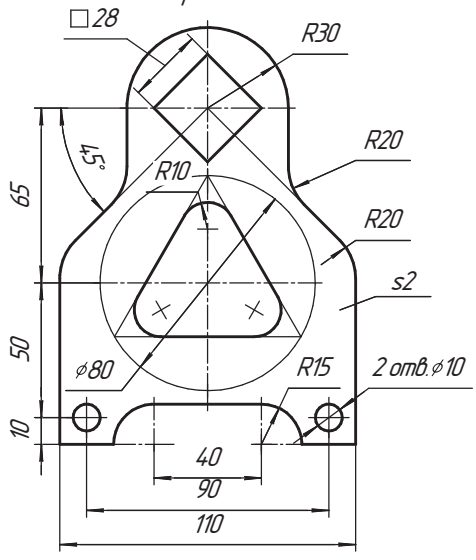
Вариант 1



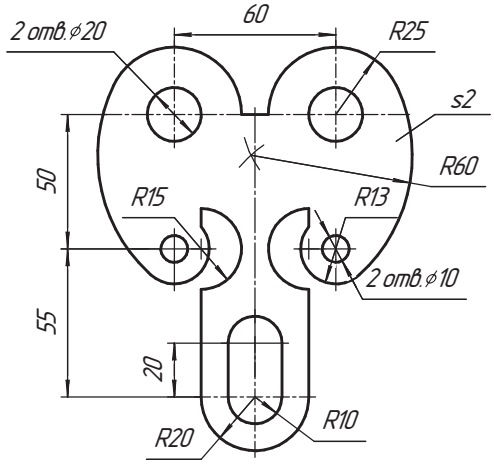
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4

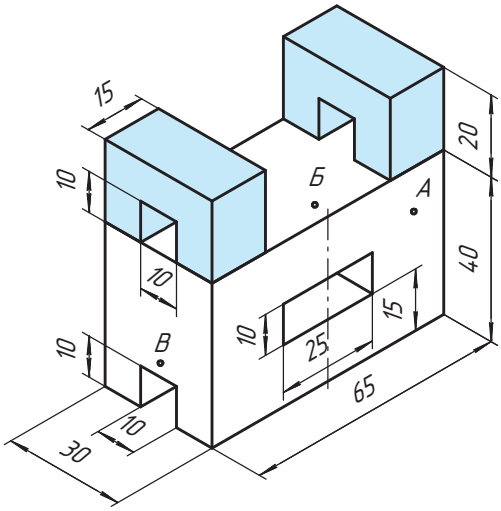


Правообладатель Народная асвета

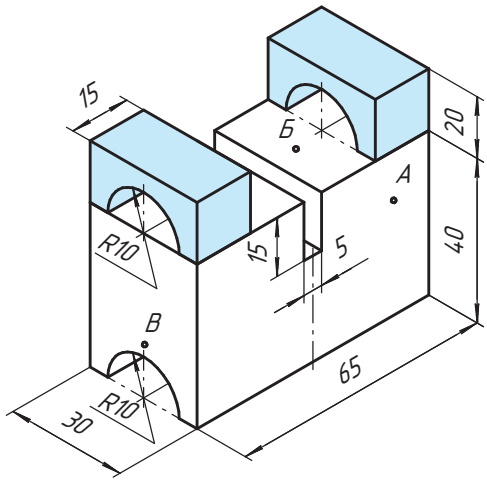
Графическая работа № 4. Проекционное черчение

В основании детали сделайте выемки такой же формы и размеров, как выступы. На формате А4 начертите чертеж и нанесите размеры. На чертеже покажите видимые точки *А*, *Б* и *В*.

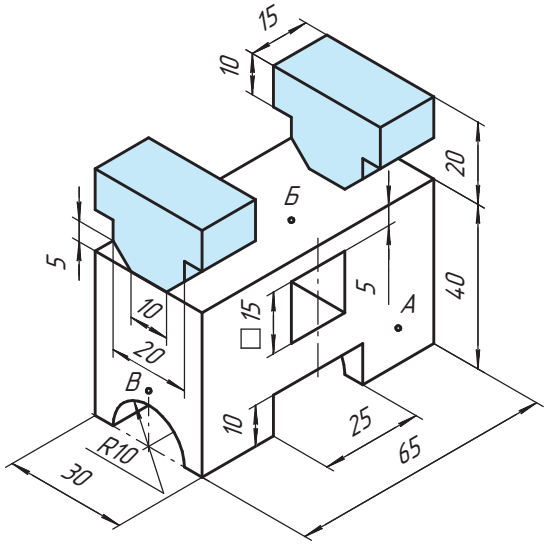
Вариант 1



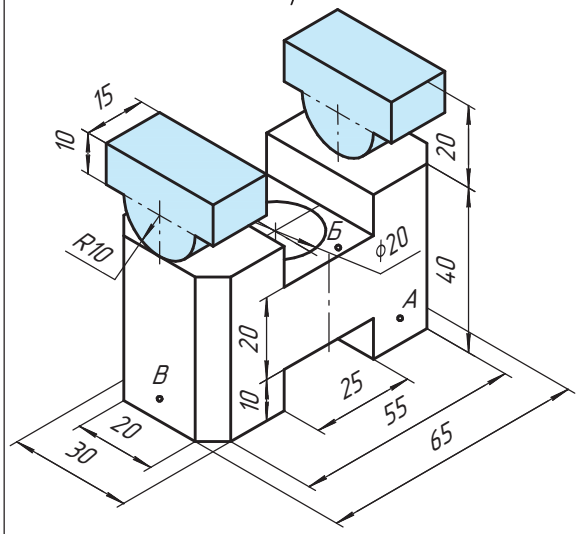
Вариант 2



Вариант 3



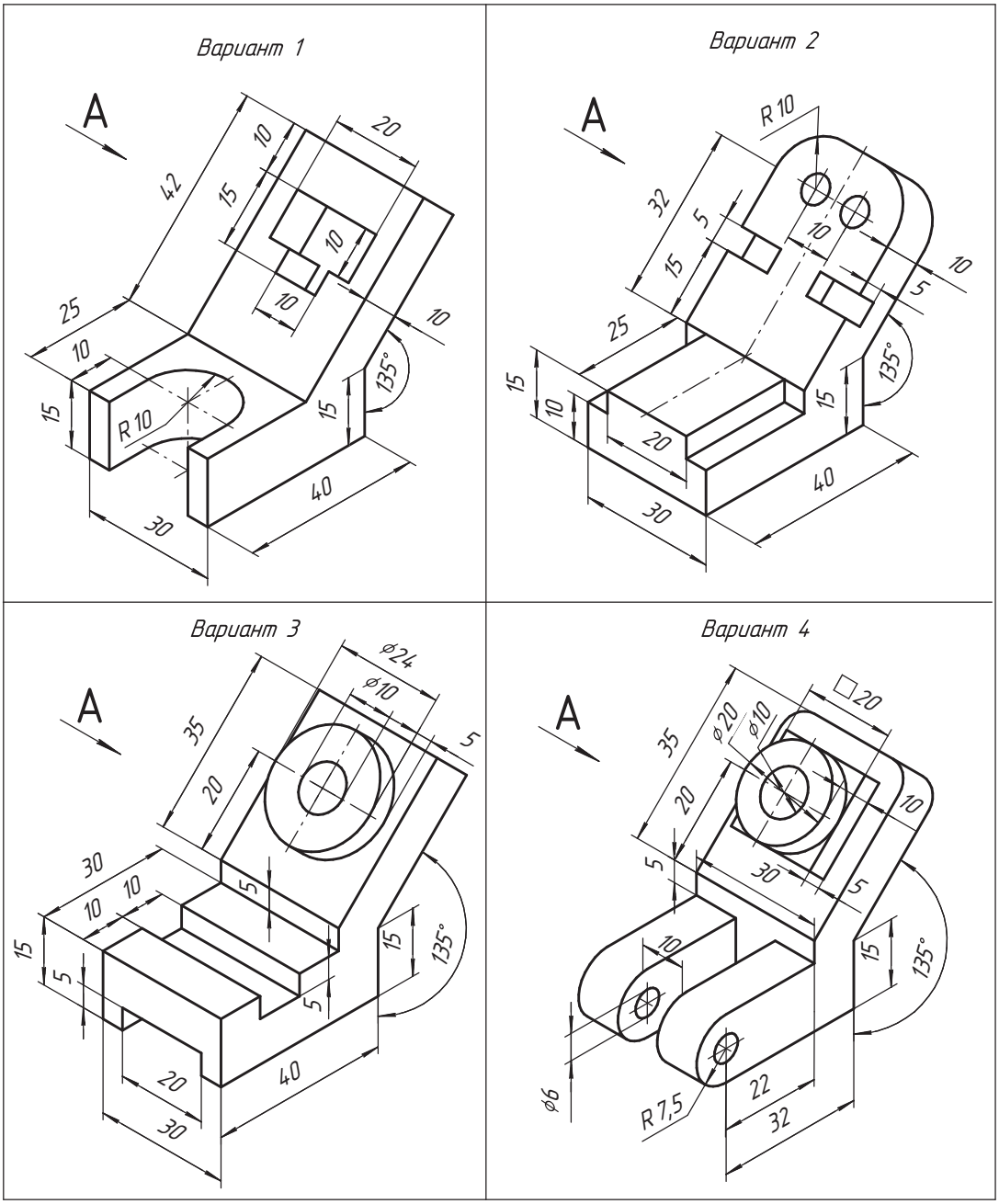
Вариант 4



Правообладатель Народная асвета

Графическая работа № 5. Виды на чертеже

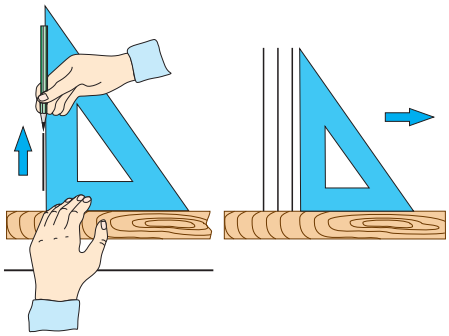
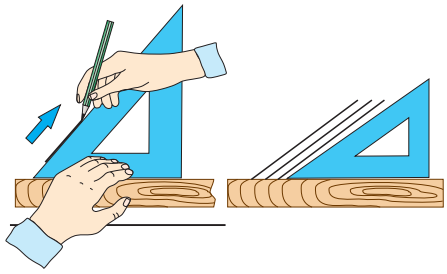
На формате А4 выполните чертеж детали и дополнительный вид А, указанный стрелкой. Количество основных видов определите самостоятельно.



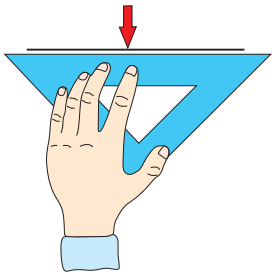
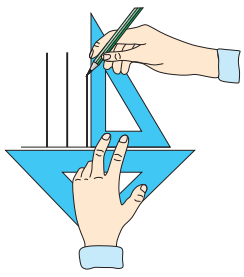
Правообладатель Народная асвета

Памятка 1

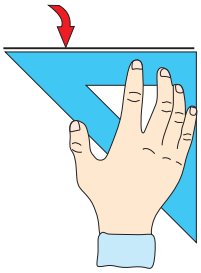
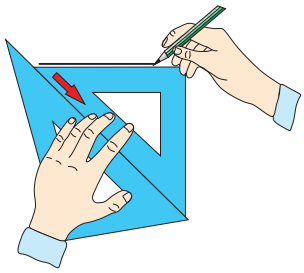
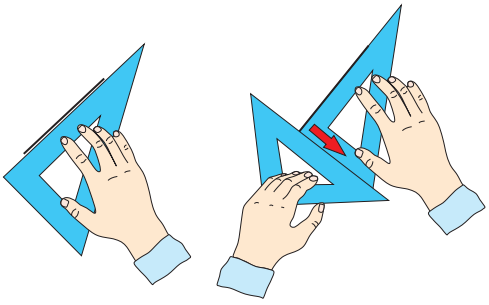
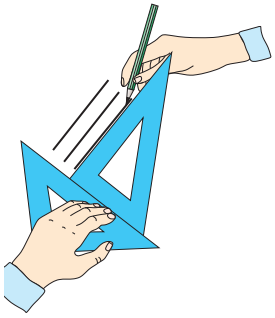
Алгоритм проведения вертикальных и горизонтальных линий при помощи угольника и линейки

	
Установите линейку и треугольник. Придерживая линейку левой рукой, правой переместите угольник параллельно заданной линии	

Алгоритм проведения вертикальных и горизонтальных линий при помощи двух угольников

Проведение вертикальных линий	
	
1. Установите угольник с углами 90°, 45°, 45° гипотенузой к заданной прямой	Придерживая угольник левой рукой, подведите второй угольник (с углами 90°, 30°, 60°) и проведите вертикальную линию. Не отпуская первого треугольника, переместите второй параллельно заданной линии

Правообладатель Народная асвета

<table>
<tr><th colspan="2">Проведение горизонтальных линий</th></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Установите угольник с углами 90°, 45°, 45° катетом к заданной прямой</td><td>Придерживая угольник левой рукой, подведите второй угольник (с углами 90°, 30°, 60°). Не отпуская второго треугольника, переместите первый параллельно заданной линии</td></tr>
<tr><th colspan="2">Проведение наклонных линий</th></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Установите угольник под заданным углом. Приложите к нему второй угольник гипотенузой к катету</td><td>Придерживая второй угольник левой рукой, переместите первый угольник параллельно заданной линии</td></tr>
</table>

Горизонтальные и наклонные линии проводите по кромке линейки или треугольника слева направо, вертикальные линии — снизу вверх. Карандаш ставьте перпендикулярно листу бумаги и наклоняйте в сторону его движения. Давление на карандаш должно быть равномерным.

Правообладатель Народная асвета

Памятка 2

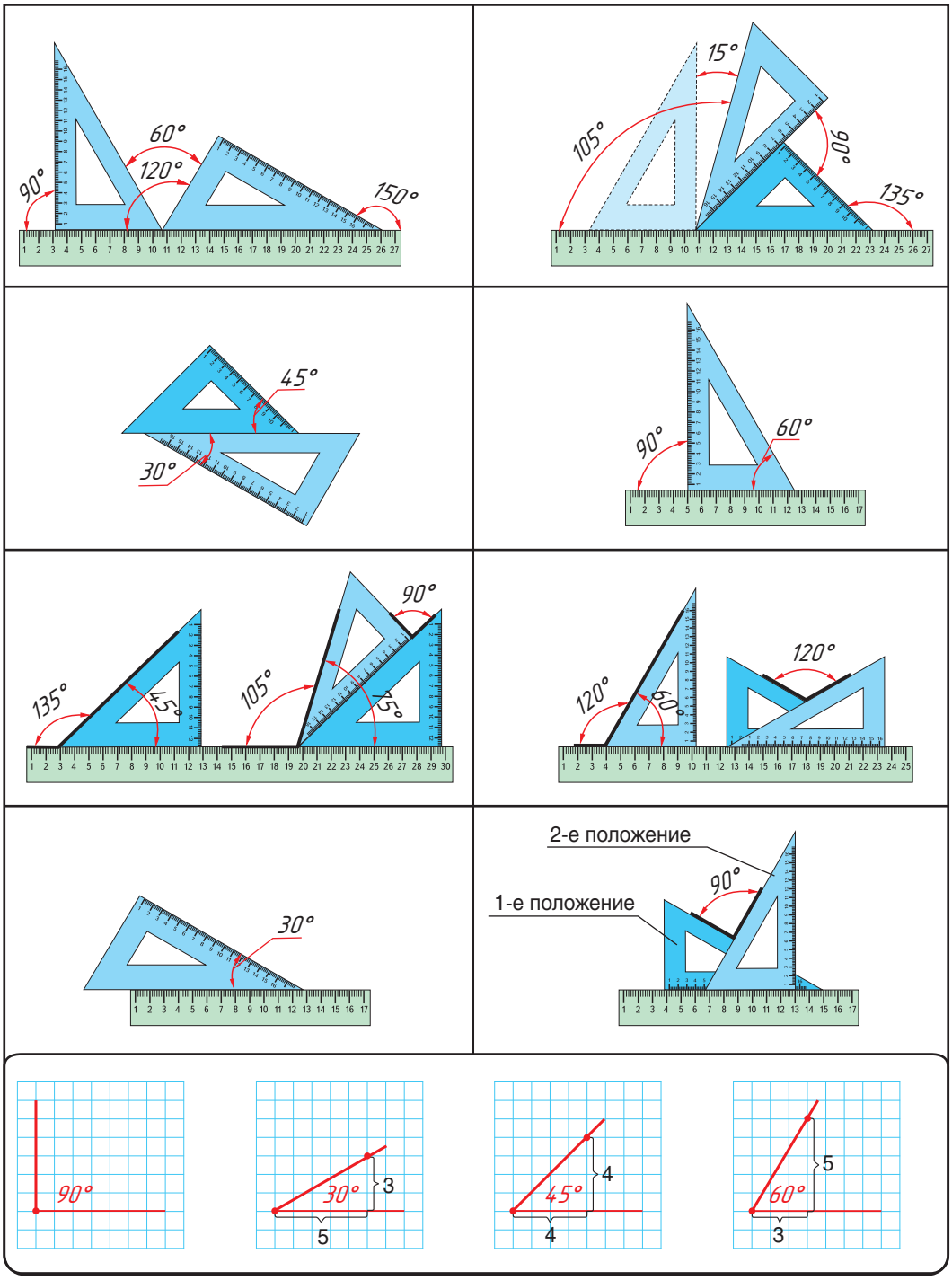
Алгоритм написания букв и цифр русского алфавита чертежного шрифта

Стрелка указывает направление движения рук. Начертание букв выполняйте по частям. Движение руки при выполнении прямолинейных элементов букв сверху вниз или слева направо, закругленных — вниз и влево или вниз и вправо.

Правообладатель Народная асвета

Памятка 3

Алгоритмы построения углов с помощью двух треугольников и линейки

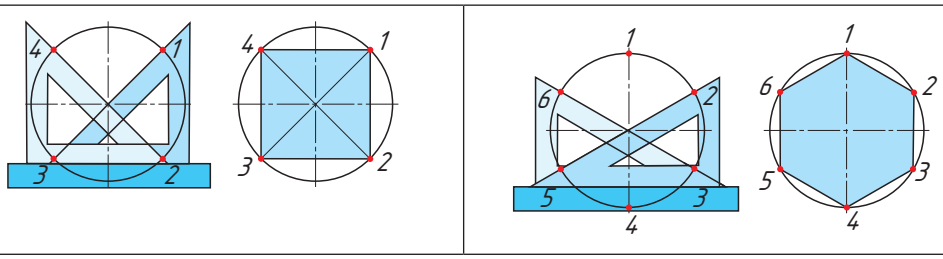


Правообладатель Народная асвета

Памятка 4

Деление окружности на равные части

При помощи угольников



Угольником с углами 30° и 60°. Гипотенуза угольника должна проходить через центр окружности

Угольником с углом 45°. Гипотенуза угольника должна проходить через центр окружности

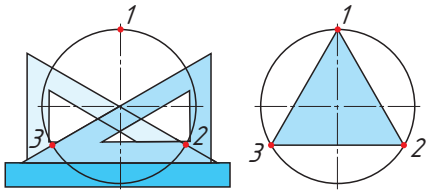
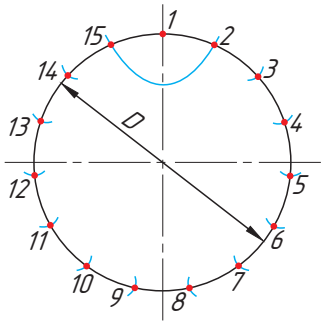


Таблица коэффициентов для подсчета длины хорды

Таблица для подсчета длины хорды

Число частей n	Длина хорды k·D	Число частей n	Длина хорды k·D	Число частей n	Длина хорды k·D
7	0,434·d	17	0,184·d	27	0,116·d
8	0,383·d	18	0,174·d	28	0,112·d
9	0,342·d	19	0,165·d	29	0,108·d
10	0,309·d	20	0,156·d	30	0,104·d
11	0,282·d	21	0,149·d	31	0,101·d
12	0,259·d	22	0,142·d	32	0,098·d
13	0,239·d	23	0,136·d	33	0,095·d
14	0,223·d	24	0,130·d	34	0,092·d
15	0,208·d	25	0,125·d	35	0,090·d
16	0,195·d	26	0,120·d	36	0,087·d

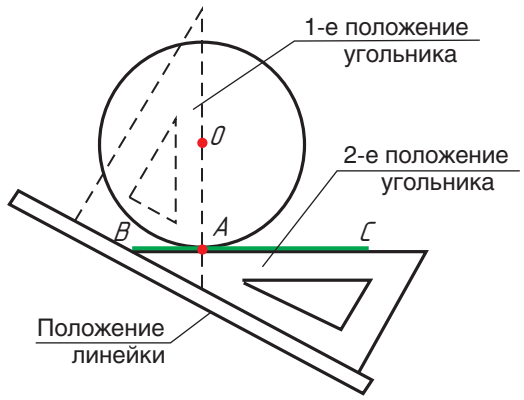


Зная, на какое число (n) следует разделить окружность, находят по таблице коэффициент k. При умножении коэффициента k на диаметр окружности D получают длину хорды l, которую циркулем откладывают на окружности n раз

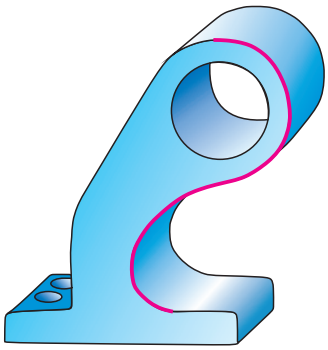
Правообладатель Народная асвета

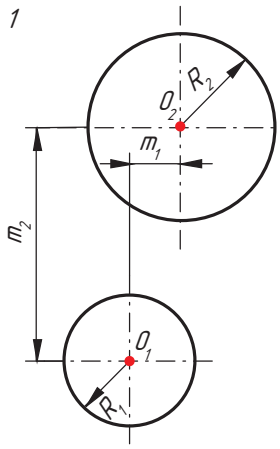
Памятка 5

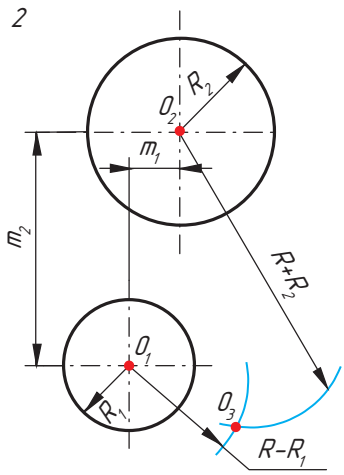
Построение сопряжений

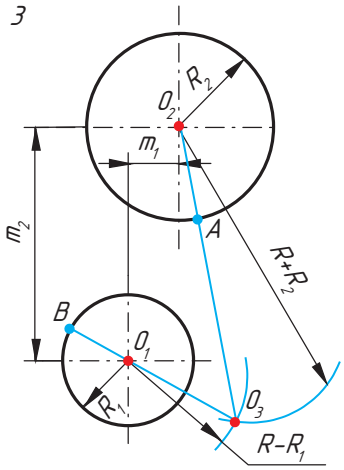
Построение касательной к окружности без использования дуг с помощью угольника и линейки	

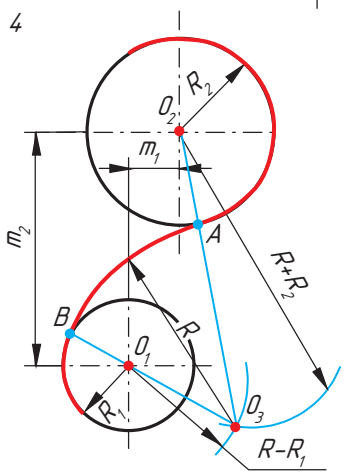
Построение смешанного сопряжения







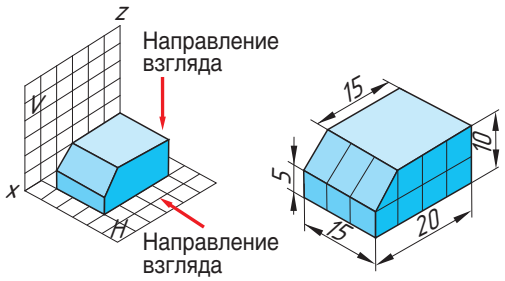
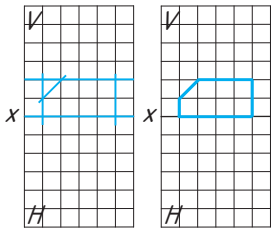
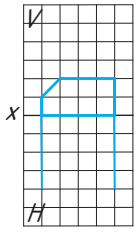
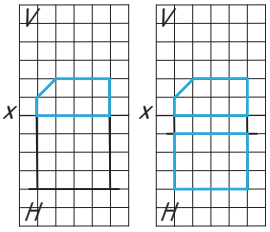




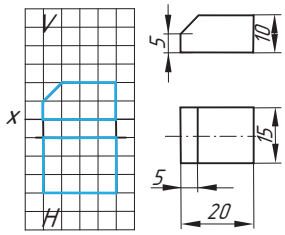
Правообладатель Народная асвета

Памятка 6

Алгоритм построения двухпроекционного комплексного чертежа детали

Для того чтобы облегчить понимание последовательности проецирования на две плоскости проекций, построение двухпроекционного чертежа детали будет показано на бумаге в клетку	
Сначала выполняется проецирование детали на фронтальную плоскость ***V***. На наглядном изображении эта грань окрашена в голубой цвет 1. В соответствии с размерами проводятся вспомогательные линии 2. Сплошной основной толстой линией обозначается контур детали	
3. Чтобы проекции находились одна под другой, проводятся линии проекционной связи, перпендикулярные к оси ***x***, и определяется длина детали	
4. Затем выполняется проецирование детали на фронтальную плоскость ***H*** (светло-голубая плоская и голубая наклонная грани). Они имеют одинаковую ширину. Ширина детали 15 мм, ее ограничивают по бокам две грани голубого цвета, которые при взгляде сверху будут проецироваться в прямую линию	

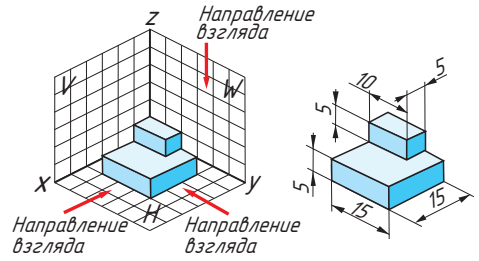
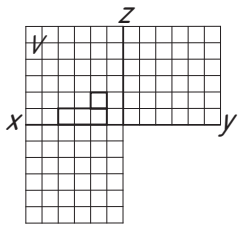
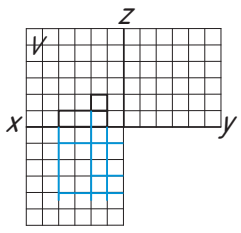
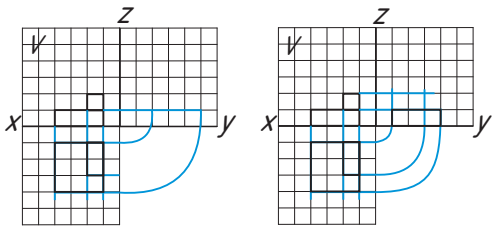
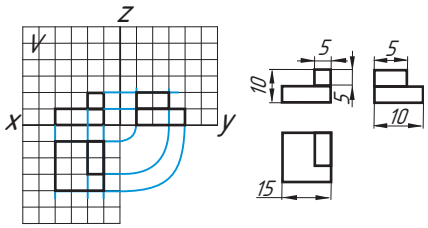
Правообладатель Народная асвета

5. Если посмотреть сверху на деталь, то можно увидеть две грани под углом (голубую и светло-голубую), которые разделяет линия. Опускается соответствующая линия проекционной связи с фронтальной проекции на горизонтальную 6. Обводятся контуры детали сплошной основной толстой линией 7. Наносится осевая линия и проставляются размеры детали	

Правообладатель Народная асвета

Памятка 7

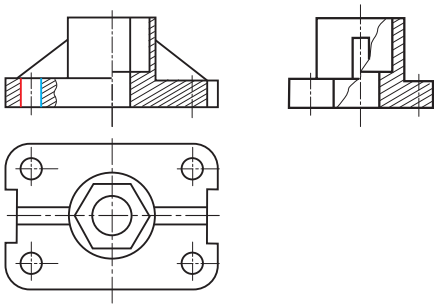
Алгоритм построения трехпроекционного комплексного чертежа детали

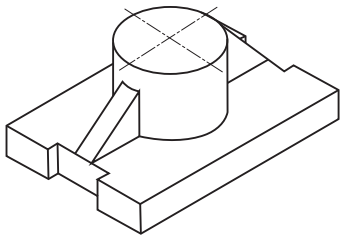
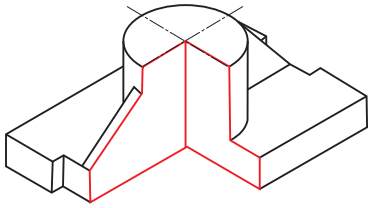
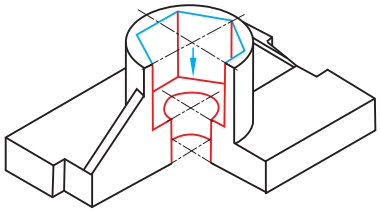
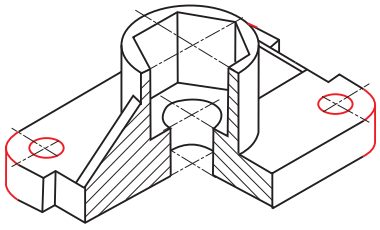
Для того чтобы облегчить понимание последовательности проецирования на три плоскости проекций, построение трехпроекционного чертежа детали будет показано на бумаге в клетку	
1. Строится фронтальная проекция по размерам и на расстоянии 5 мм от оси ***z***: длина основания 15 мм, высота 5 мм, высота выступа 5 мм	
2. Для построения горизонтальной проекции опускаются 3 линии проекционной связи с фронтальной проекции 3. По оси ***y*** откладываются три значения: от оси ***x*** (плоскости ***V***) 5 мм, ширина основания детали 15 мм и ширина выступа 10 мм	
4. Проводятся линии проекционной связи на профильной проекции основания детали третьей проекции	
5. Обводятся контуры детали сплошной основной толстой линией 6. Проставляются размеры детали	

Правообладатель Народная асвета

Памятка 8

Алгоритм построения аксонометрической проекции детали с вырезом одной четверти



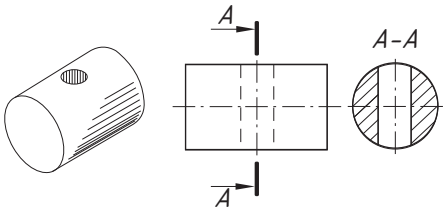
Строят изометрическую проекцию детали	
Удаляют 1/4 часть детали	
Строят отверстия детали в вырезе	
Уточняют построения: строят отверстия и скругления в основании детали	

Правообладатель Народная асвета

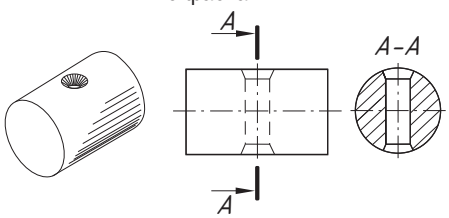
Памятка 9

Условные обозначения сечений

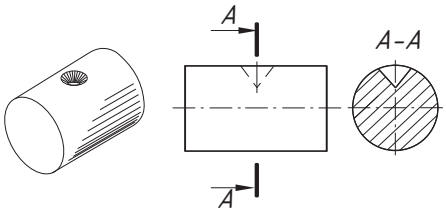
Цилиндрическое отверстие (сквозное)



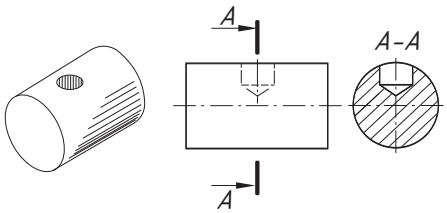
Цилиндрическое отверстие (сквозное) с фасками



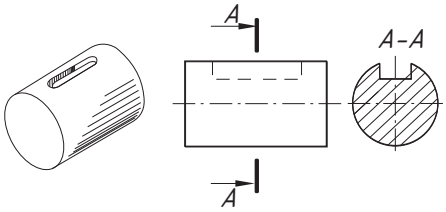
Засверловка коническая



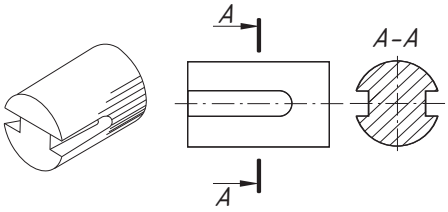
Засверловка цилиндрическая (гнездо)



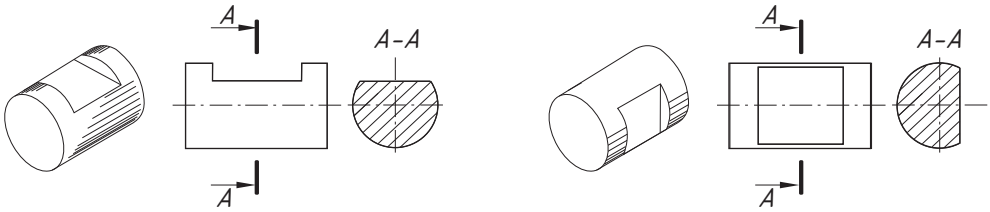
Шпоночный паз



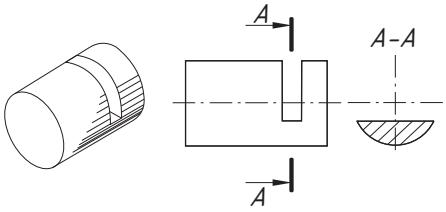
Шпоночные пазы



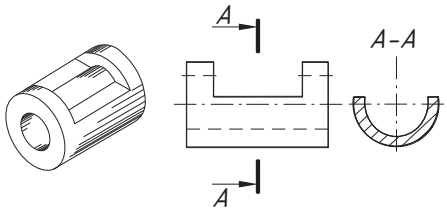
Лыски



Паз (прорезь)



Паз в пустотелом цилиндре



Правообладатель Народная асвета

Памятка 10

Условные обозначения на строительных чертежах

Санитарно-техническое оборудование

Умывальник (550x550)

Раковина (500x400)

Мойка кухонная (500x600)

Унитаз (380x460); *Бачек* (400x220)

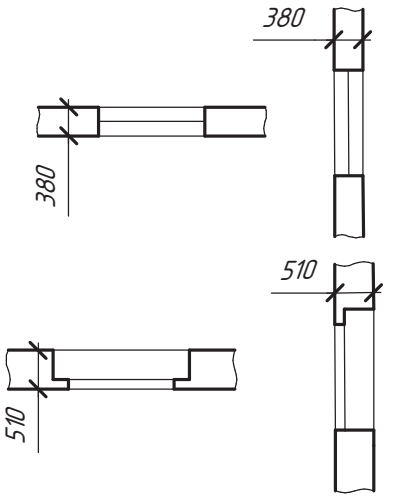
Писсуар (360x290)

Ванна (1500x700;1700x700)

Кабина душевая (900x900)

Оконные проемы

На плане *На разрезе*



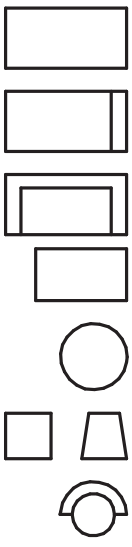
Плиты бытовые

Плита газовая (500x500)

Плита электрическая (500x500)

Печь на твердом топливе (900x800)

Предметы мебели



Шкаф

Диван-кровать

Диван

Стол прямоугольный

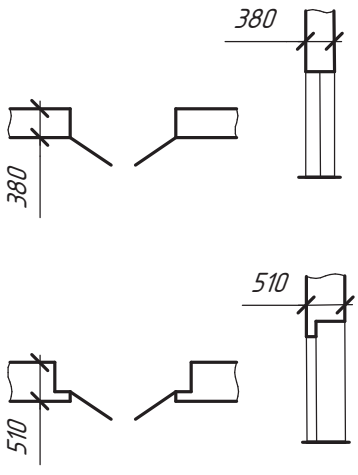
Стол круглый

Кресло

Кресло мягкое

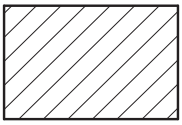
Дверные проемы

На плане *На разрезе*

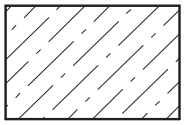


Правообладатель Народная асвета

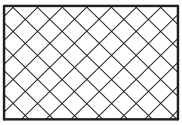
Графическое обозначение материалов



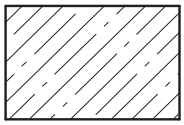
Металлы и твердые сплавы



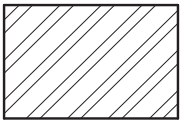
Бетон



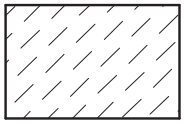
Неметаллы, кроме указанных ниже



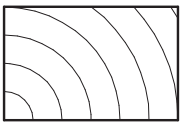
Железобетон



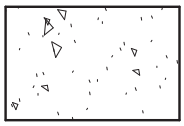
Керамика (кирпич)



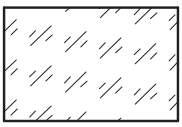
Камень естественный



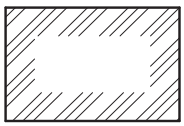
Дерево



Песок (засыпка)



Стекло



Грунт

Правообладатель Народная асвета

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

В

Вид 60
- дополнительный 99
- местный 98

Г

Государственный стандарт (ГОСТ) 10
Графическое изображение 5

Д

Детали крепежные 122
- болт 122
- винт 122
- гайка 123
- шпилька 123

Деталирование 143
Деталь 130
Диаметр резьбы
- внутренний 120
- наружный (внешний, номинальный) 120

Длина резьбы 120

Е

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) 9

И

Изделие 130

К

Коэффициент искажения 78

Л

Линии чертежа 20
- разомкнутая 21
- сплошная волнистая 21
- сплошная толстая основная 20
- сплошная тонкая 21
- штриховая 21
- штрихпунктирная 21
- штрихпунктирная с двумя точками 21

М

Масштаб 18
Метод Монжа 55
Многогранники 64
- куб 65
- пирамида 65
- призма 64

О

Объект проецирования 49
Основная надпись чертежа 17

П

Пиктограмма 8
План 147, 148
- генеральный 147

Плоская фигура 81
Плоскость проецирования 49
Проектирование 154
Проекция 49
- аксонометрическая 78

Проецирование 49
- косоугольное 50
- ортогональное 55
- параллельное 50
- прямоугольное 50
- центральное 50

Проецирующие лучи 49
Профиль резьбы 119

Р

Радиус сопряжения 44
Развертка 8
Разрез 102, 147, 150

Правообладатель Народная асвета

– вертикальный 102
– горизонтальный 103
– местный 105
– наклонный 104
– простой 103
– профильный 103
– фронтальный 103
Рамка чертежа 16
Резьба 119
– внутренняя 119
– метрическая 121
– наружная 119

С

Сборочная единица 135
Светотень 95
– оттенение точками 96
– шраффировка 96
– штриховка 95
Сечение 113
– вынесенное 114
– наложенное 114
Система автоматизированного проектирования (САПР) 154
– ArchiCAD 157
– AutoCAD 155
– SolidWorks 157
– Компас-3D 156
Соединения деталей 126
– болтовое 126
– винтовое 127
– неразъемное 126
– разъемное 126
– резьбовое 126
– шпилечное 128
Сопряжение 43
– точка сопряжения 44
– центр сопряжения 44
Спецификация 139
Схема 8

Т

Тела вращения 64
– конус 65
– цилиндр 65
Технический рисунок 7, 91
Топографическая карта 8

У

Угол профиля резьбы 120

Ф

Фасад 147, 149
Форматы 16

Ц

Центр проецирования 49

Ч

Чертеж 7
– архитектурно-строительный 146
– инженерно-строительный 146
– комплексный 62
– общего вида 135, 136
– сборочный 8, 137
– строительно-монтажный 146
– строительный 146
– строительных изделий 146

Ш

Шаг резьбы 120
Шрифт 26

Э

Эскиз 7, 131

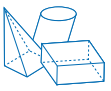
Правообладатель Народная асвета

СОДЕРЖАНИЕ

От авторов 3

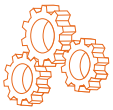
Раздел 1. Геометрическое черчение

§ 1. Виды графических изображений 5
§ 2. Чертежные материалы, инструменты и принадлежности 10
§ 3. Правила оформления чертежей: форматы листов чертежей, масштабы 16
§ 4. Линии чертежа 20
§ 5. Компоновка чертежа 24
§ 6. Шрифты чертежные 26
§ 7. Основные правила нанесения размеров 29
§ 8. Деление отрезка на равные части. Построение и деление углов . . . 35
§ 9. Деление окружности на равные части 39
§ 10. Способы построения сопряжения 43



Раздел 2. Проекционное черчение

§ 11. Проецирование формы предмета. Прямоугольное проецирование на одну плоскость проекций 49
§ 12. Прямоугольное проецирование на две плоскости проекций. Метод Монжа 54
§ 13. Прямоугольное проецирование на три плоскости проекций 57
§ 14. Виды чертежа. Расположение видов на чертеже 60
§ 15. Проекции геометрических тел на чертежах 64
§ 16. Проекции точек на поверхностях геометрических тел 71
§ 17. Основные положения аксонометрического проецирования 77
§ 18. Построение аксонометрических проекций плоских фигур и окружностей 81
§ 19. Аксонометрические проекции геометрических тел. Нахождение точек, лежащих на поверхности геометрических тел 86
§ 20. Технический рисунок 91



Раздел 3. Машиностроительное черчение

§ 21. Местные и дополнительные виды 98
§ 22. Понятие о разрезе. Выполнение и обозначение разреза 101
§ 23. Соединение на чертеже части вида и части разреза 109

Правообладатель Народная асвета

§ 24. Понятие о сечении. Выполнение и обозначение сечений 113
§ 25. Изображение и обозначение резьбы 119
§ 26. Соединения деталей. Чертежи резьбовых соединений деталей 126
§ 27. Выполнение эскиза детали 131
§ 28. Назначение и особенности чертежей общего вида и сборочного чертежа изделия 136
§ 29. Чтение чертежей деталей на основе анализа формы и их пространственного расположения 142
§ 30. Строительные чертежи. Последовательность чтения строительных чертежей 148
§ 31. Системы автоматизированного проектирования для создания 2D-чертежей и 3D-моделирования 156

ПРИЛОЖЕНИЯ 162
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ 180

Правообладатель Народная асвета

(Название учреждения образования)

Учебный год	Имя и фамилия учащегося	Состояние учебного пособия при получении	Оценка учащемуся за пользование учебным пособием
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			

Учебное издание

Беженарь Юлия Петровна

Чернова Елена Николаевна

Сементовская Виктория Викторовна и др.

ЧЕРЧЕНИЕ

Учебное пособие для 10 класса
учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения
(с электронным приложением для повышенного уровня)

Гл. редактор *Е. В. Литвинович*. Редактор *Г. А. Бабаева*. Художественный редактор *Е. А. Проволович*. Техническое редактирование и компьютерная верстка *Е. Ю. Агафоновой*. Корректоры *О. С. Козицкая, Е. П. Тхир, А. В. Алешко*.

Подписано в печать 10.06.2020. Формат 70 × $100^{1}/_{16}$. Бумага офсетная. Гарнитура школьная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,95 + 0,33 форз. Уч.-изд. л. 11,33 + 0,37 форз. + 15,8 эл. прил. Тираж 115 500 экз. Заказ .

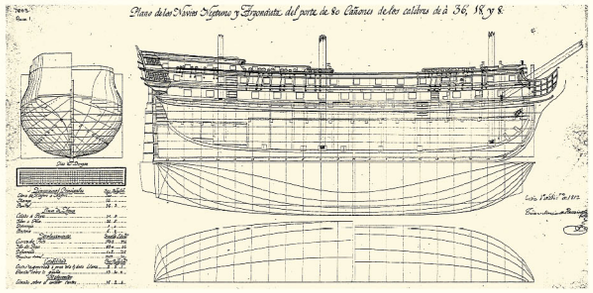
Издательское республиканское унитарное предприятие
«Народная асвета» Министерства информации Республики Беларусь.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/2 от 08.07.2013.
Пр. Победителей, 11, 220004, Минск, Республика Беларусь.

Открытое акционерное общество «Полиграфкомбинат им. Я. Коласа».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/3 от 10.09.2018.
Ул. Корженевского, 20, 220024, Минск, Республика Беларусь.

Правообладатель Народная асвета

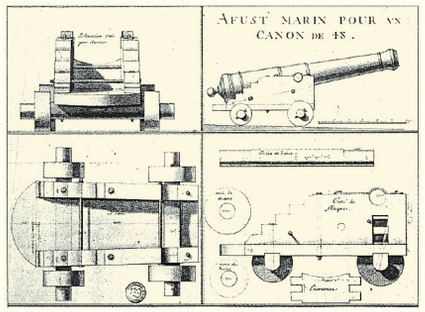
Из истории чертежа

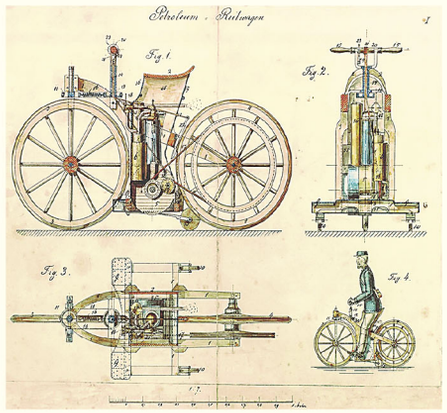
В начале XVII в. изделия заказывались и принимались не по чертежам, а по образцам-моделям. Постепенно к концу XVII в. образцы стали заменяться рабочими чертежами — «бумажными образцами». На строительных чертежах ставились числовые размеры, масштаб еще не выдерживался



Чертеж фрегата (XVIII в.)

Чертеж пушки (XVII в.)





В XVIII в. чертежи выполнялись очень тщательно, цветной тушью и затем раскрашивались для обозначения различных материалов. Кроме чертежей, использовали наглядные изображения, которые назывались «вольной перспективой»

Готтлиб Даймлер (1834—1900)

Мотоцикл Даймлера

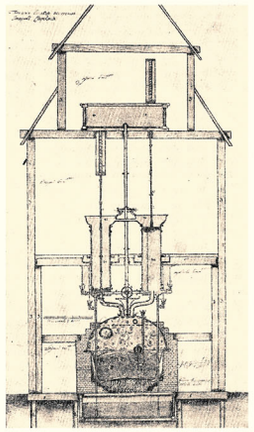
К концу XVIII в. совершенствуется способ наглядного аксонометрического изображения

В XIX в. изготавливали чертежи, схожие с современными, в одном экземпляре. Он вывешивался в цехе на стене, однако пользоваться рабочим было неудобно. Поэтому в 40-х гг. XIX в. появился метод размножения чертежей — светокопия

В это время формируются единые стандарты — требования к оформлению и исполнению чертежей

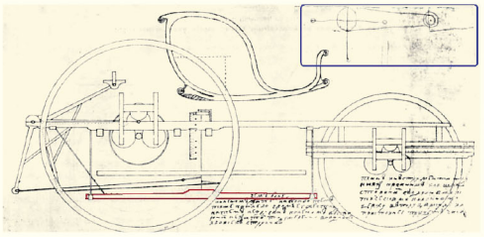
Чертежи выполнялись с большой точностью, так как они не содержали числовых размеров, и размеры изображенных на них объектов определяли путем обмера чертежа с помощью циркуля-измерителя и помещаемых на чертеже масштабов

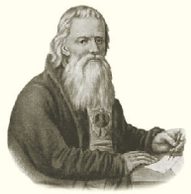
Паровая машина Ползунова



И. И. Ползунов (1728—1766) — русский изобретатель, создатель первой в России паровой машины и первого в мире двухцилиндрового парового двигателя

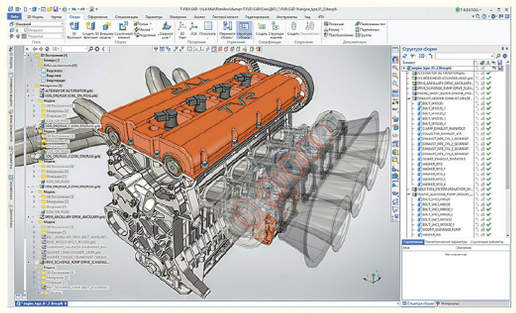
Трехколесная самокатка Кулибина

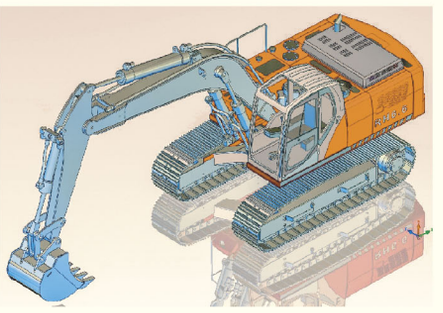




И. П. Кулибин (1735—1818) — русский механик-изобретатель многих оригинальных механизмов, машин и аппаратов

С середины XX в. развивается машинная графика и системы автоматизированного проектирования (САПР) с применением математических методов и компьютерной техники, результатом которой являются 2D- и 3D-модели





Считалось, что чертежи появились на территории Беларуси только в XVI в., однако во время реставрационно-археологических работ в 2017 г. на территории Спасо-Евфросиниевского монастыря в Полоцке обнаружен фрагмент строительного чертежа предположительно рубежа XI—XII вв.